ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN



ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN.

HERAUSGEGEBEN

IM

MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.



JAHRGANG XXXVIII.

MIT LXX KUPFERTAFELN IN FOLIO UND VIELEN IN DEN TEXT EINGEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN.



BERLIN 1888.

VERLAG VON ERNST & KORN.

(GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.)

Inhalt des achtunddreifsigsten Jahrgangs.

A. Landbau.

B. Wasser-, Maschinen-, Wege- und Eisenbahnbau.

Statistische Nachweisungen.

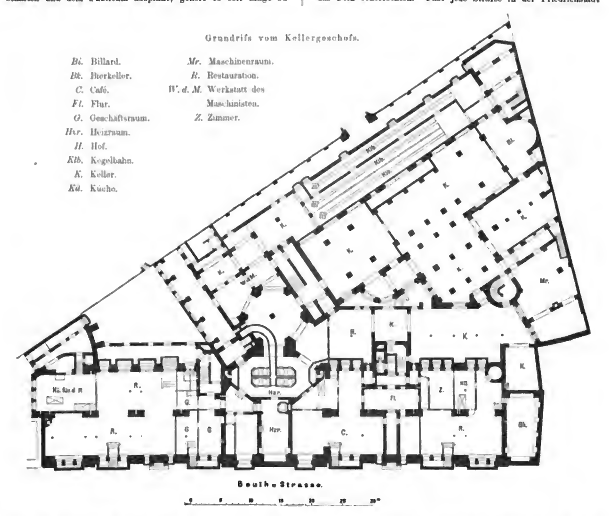
(Aufgestellt im Ministerium der öffentlichen Arbeiten von Herrn Land-Bauinspector Wiethoff.)

JAHRGANG XXXVIII. 1888. HEFT I BIS III.

Industriegebäude in der Beuth- und Commandanten-Strafse in Berlin.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 1 bis 4 im Atlas).

Die rege Bauthätigkeit, deren sich, der raschen Bevölkerungszunahme entsprechend, die Stadt Berlin seit etwa zwei Jahrzehnten erfreut, hat nicht nur ringsum über die alte Bebauungsgrenze hinaus neue ausgedehnte Stadttheile entstehen lassen, sondern auch das Angesicht der alten Stadt auf das mannigfachste verändert. Besonders in den Stadtgegenden, wo sich der Verkehr zwischen den gröfseren kaufmännischen Geschäften und dem Publicum abspinnt, gehört es seit lange zu den stehenden Bildern, dafs ältere oder selbst neuere Bauten dem Boden gleich gemacht werden, um an ihrer Stelle mehr oder weniger prunkvolle Kaufpaläste neuesten Stils emporsteigen zu lassen. Ganzen Strafsenzügen ist auf solche Weise das Gepräge der wiedererwachten Renaissance aufgedrückt worden, während noch vor kurzem die geradlinig geregelten Façadengebilde der sogenannten Berliner Schule ausschliefslich daselbst das Feld beherrschten. Fast jede Strafse in der Friedrichstadt



bereits hat in dieser Weise ein neues Kleid angelegt, und wenn die einzelnen Neuschöpfungen der Kritik des den Hausfronten gegenüber Aufstellung nehmenden strenger gesinnten Fachmannes nicht allezeit standhalten, so erfreut sich doch auch dieser wenigstens an den Langblicken in die Strafsen hinein, wenn die Entfernung die oft wenig entzückenden Einzelheiten verschleiert, dafür aber das fröhliche Relief der Erker, der Giebel und der Dachspitzen die langweilige Einförmigkeit der ungebrochenen Fluchten, der wagerechten Abschlüsse und charakterlosen Dächer von ehemals vergessen macht.

Nicht immer sind es nur wirklich alt gewordene Bauten, die dem Unternehmungsgeist zum Opfer fallen. Das Streben, den Ertrag der noch immerfort im Preise steigenden Grundstücke nach Möglichkeit zu steigern, führt theilweise zum Ab-

bruch verhältnifsmäfsig neuer Gebäude. So in dem vorliegenden Falle. An der Stelle des kürzlich vollendeten Neubaues, welchen wir auf Blatt 1 bis 4 im Atlas den Lesern vorführen, stand noch vor zwei Jahrzehnten eine alterthümliche Infanterie-Caserne, die erst im Jahre 1869 einem Geschäftsbau Platz machte; auch dieser letztere ist nun schon wieder verschwunden.

Das Grundstück, um welches es sich handelt, liegt in einem der älteren Berliner Stadttheile, in der Luisenstadt, zwischen der Commandanten- und der Beuthstrafse. Die hier im Jahre 1753 für die Regimenter v. Braun und v. Pfuhl errichtete, später vom Kaiser Franz-Garde-Grenadier-Regiment bezogene Caserne ging im Jahre 1865, nachdem für den Truppenkörper weiter nach der Stadtgrenze hin ein Neubau aufgeführt worden war, für den Preis von 200 000 Thaler in Privathände über. Im Januar 1869 erwarb der bekannte Unternehmer Geber das Besitzthum. Dieser liefs sofort durch die Architekten Ende und Böckmann einen Um- und Neubau vornehmen, welcher noch im Laufe des zuletzt genannten Jahres vollendet ward. Die damals entstandene, als Sehenswürdigkeit der Residenz betrachtete Baugruppe war in Berlin unter dem Namen des „Industriegebäudes" bekannt. Die nunmehrige, vom Regierungs-Baumeister Schwechten geplante und geleitete Erneuerung der Gebäude begann mit dem Abbruch derselben im Herbste 1886. Der Bau an der Beuthstrafse ward zum 1. October fertiggestellt, das Hofgebäude zum 1. December 1887. Der Bau in der Commandantenstrafse ist noch Plan. Die gesamte Anlage soll Geschäfts- und Gesellschaftszwecken dienen. Das Erdgeschofs des Hofgebäudes wird die bekannten Gratweil'shen Bierhallen aufnehmen, welche demnach an derselben Stelle wiedererscheinen werden, an der sie sich im Industriegebäude befanden. Nach dem Gesamtplan wird von dem Mitteleingang in der Beuthstrafse aus eine geräumige Verbindungshalle nach der Mitte der Front an der Commandantenstrafse durchgeführt, sodafs vermöge der Stellung der drei Hauptgebäude zu einander drei grofse umbaute Höfe entstehen. Hierdurch wird es möglich, der von dem Besitzer gestellten Aufgabe zu entsprechen, nämlich in allen Theilen der Gebäude möglichst helle Räume herzustellen. Diese Räume sollen, je nach dem Bedürfnifs getrennt, zusammengefafst und abgetheilt, zu den verschiedensten Zwecken vermiethet werden. So werden aufser den bereits genannten Bierhallen verschiedene kleinere Restaurationen und Cafés in den Gebäuden ihre Stätte finden, für eine kaufmännische Vereinigung ist ein grofser Festsaal nebst einer Reihe von Gesellschaftsräumen bestimmt und ferner wird eine gröfsere Anzahl von Räumlichkeiten zu Postzwecken benutzt werden. In der Hauptsache aber ist auf die Ausnutzung der Gebäude durch Gewerbe und Fabrikthätigkeit gerechnet.

Der Bau an der Beuthstrafse hat in allen Geschossen Decken aus Eisenträgern mit zwischengewölbten Kappen erhalten, das Hofgebäude dagegen Balkendecken zwischen eisernen Unterzügen. Doch sind in letzterem die Bierhallen unterhalb der Balkenlage noch massiv mit Kreuzgewölben überwölbt. Diese Gewölbe werden von Säulen getragen, welche je aus vier Winkeleisen in Kreuzform zusammengesetzt und dann ummauert und verputzt worden sind. Die Façaden dieses Hofgebäudes wurden mit einer besonderen Sandstein-Putzmasse geputzt. Die Strafsenfaçade ist mit weifslichem sächsischem Sandstein verblendet worden; das Material wurde für den Sockel aus den Postelwitzer, im übrigen aus den Cottaer Brüchen bezogen. Einzelne Einsatztheile mufsten der Ersparnifs halber aus Terracotta hergestellt werden; bekanntlich ist es heutzutage leicht, diesen Brennwaren äufserlich die Farbe jedes beliebigen Hausteins zu verleihen. Belebt wird die Façade durch Granitplatten und stumpf gemachte Glasplatten, welche die Firmenschilder aufzunehmen bestimmt sind. Die Gebäude haben durchweg Niederdruck-Dampfheizung, eigene Wasserversorgung und elektrische Beleuchtung erhalten. Fünf durch Wasserkraft bewegte Aufzüge vermitteln den Verkehr der Geschosse. Sämtliche Höfe sind unterkellert.

Das Gebäude an der Beuthstrafse hat rund 1 600 qm an bebauter Grundfläche und rund 38 400 cbm Rauminhalt. Es hat das Quadratmeter 420 ℳ, das Cubikmeter 17,50 ℳ, das ganze Gebäude 672 000 ℳ gekostet. Das Hofgebäude kostet bei 1 100 qm Grundfläche 360 ℳ für das Quadratmeter und 14,75 ℳ für das Cubikmeter, im ganzen 396 000 ℳ. Die Unterkellerung der Höfe hat den Kostenbetrag von 49 000 ℳ in Anspruch genommen.

Zum Schlusse sei bemerkt, dafs es Sache der Miether sein wird, in den ohne Scheidewände aufgeführten Geschossen sich einzurichten und ihre Räumlichkeiten gegeneinander durch Errichtung dünner, leicht wieder zu entfernender Zwischenwände abzuscheiden.

Haus Schmieder in Karlsruhe.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 5 bis 8 im Atlas.)

1. Der ehemals gräflich Langenstein'sche Garten in Karlsruhe, im Süden von der Kaiserstrafse, im Norden von der Stefanienstrafse, gegen Osten von der Karl- und gegen Westen von der Hirschstrafse begrenzt, wurde in der Gründerzeit von der Rheinischen Baugesellschaft erstanden und in vier gröfsere Bauquadrate zerlegt, welche im Laufe von zehn Jahren mit stattlichen Häusern besetzt wurden. Als der Bauherr, Banquier A. Schmieder, sich entschlofs, seinen Wohnsitz von Breslau nach Karlsruhe zu verlegen, und es sich um die Erstellung eines neuen Heims handelte, konnten in guter Lage der Stadt nur die noch unbebauten Grundstücke des nordöstlichen Bauquadrates des genannten Gartens in Frage kommen, wodurch sich die Eigenthümlichkeit des Bauplatzes ergab.

Der unbebaute Streifen nach der Stefanienstrafse gestattete von der Rückseite eine bequeme Abfahrt der Gesellschaftswagen und die erwünschte Zufahrt mit Bedürfnifsgegenständen (Holz, Kohlen, Pferdefutter usw.) nach dem Hause, den Stallungen und Dienstgebäuden, ohne Störungen für die Ruhe im Hause.

Der Wunsch nach einem möglichst grofsen Vorgarten bedingte das Zurückstellen des Hauses von der Strafsenflucht; durch die Stellung des Baues kamen die besseren Wohnräume im Gebäude nach Süden und Osten, während die ganze Anlage

gegen Norden durch die anstofsenden Nachbargebäude geschützt ist. Das Zurückstellen machte aber die Verkleidung der glatten Giebelmauern der Nachbarhäuser nothwendig, welche einerseits durch einen Thorwegthurm, andererseits durch eine gegliederte Quadermauer mit einem von Säulen gebildeten Laufgange bewerkstelligt wurde, zu dem eine schmale Wendeltreppe im Stirnpfeiler der Mauer emporgeführt ist und durch welchen man zum Glasdach des Gewächshauses gelangt. Der Vorgarten nach Osten konnte schmal genommen werden, da er sich nach der breiten, mit zwei Reihen Kastanienbäumen besetzten Karlstrafse öffnet, während die mäfsig breite, mit dreistöckigen Häusern besetzte Akademiestrafe nach Süden ein möglichst weites Zurückgehen bedingte.

2. Nach dem Wunsche des Bauherrn sollte das Haus im Untergeschofs die Pförtnerwohnung, weitere Dienst- und die Vorrathsräume, die grofsen Küchen und Keller und die Räume für die Sammelheizung erhalten; das erste Obergeschofs sollte die Gesellschaftsräume mit Wintergarten, Anfahrt und Vestibül, sowie das Ansprachszimmer des Herrn und einige Geschäftszimmer, für welche die rückwärts liegenden Zimmer halbgeschossig ausgeführt wurden, aufnehmen, ferner das zweite Obergeschofs die Wohnräume, d. i. verschiedene Wohn- und Schlafzimmer, Bad, Efszimmer, Empfangzimmer, kleine Küche, Dienstzimmer usw., und das dritte Ober- und Dachgeschofs die Fremdenzimmer und die Zimmer für Bedienstete enthalten. Die Wohnräume des zweiten Obergeschosses sollten durch eine kleine Diensttreppe mit dem Arbeitszimmer des Herrn in Verbindung stehen. Neben der Haupttreppe, welche die beiden Hauptgeschosse miteinander zu verbinden hat, war weiter eine vollständig feuersichere Treppe vom Keller bis zum Speicher verlangt und eine zweite Diensttreppe vom zweiten nach dem dritten Obergeschofs, für eine rasche Verbindung mit den dort befindlichen Dienerschafts- und Weifszeugzimmern. Aufserdem sollte ein gröfserer, nach oben zu lüftender Speiseaufzug und ein Wäscheaufzug mit Kurbelwerk vom Untergeschofs bis zum Dachboden führen.

Das Verlangen, die Wohnräume im zweiten Obergeschofs zu haben, war bestimmend für die Gröfse und Anordnung von Haupttreppe und Vestibül. Erstere konnte so bescheidener in den Abmessungen gehalten werden, da sie nicht den Zugang zu den architektonisch bedeutsamsten Räumen — den Gesellschaftszimmern —, sondern zu den für den täglichen Gebrauch bestimmten Wohnräumen vermittelt. Die Anlage in der Mitte mit Zenithlicht, ermöglichte dann die nahezu gleiche Entfernung vom Treppenausgang nach den verschiedenen Zimmern, die Galerie um die Treppe erleichterte den Verkehr und liefs den Blick auf das ganze Treppenhaus zu.

Der Wintergarten war mit dem Herrenzimmer, das in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Speisesaal zu bringen war, in Verbindung zu setzen. Eine grofse mit einem Krystallglas geschlossene Oeffnung sollte den Blick in der Achse der südlich gelegenen Gesellschaftsräume, nach dem Wintergarten mit seiner Felsengrotte und Wasserkunst gewähren, während vom Speisesaal der Blick durch die Loggia in den Garten und auf den grofsen Springbrunnen offen sein sollte.

Ein gröfserer Hof sollte den Hauptbau von den Dienstgebäuden trennen und letztere wieder einen kleinen Hof umschliefsen. Die Dienstgebäude sollten einerseits den Wagenraum, eine Geschirrkammer und darüber zwei Dienerwohnungen und Heuspeicher enthalten, anderseits Stallung für 10 Pferde, Kutscherwohnung und Haferspeicher, und der Hof einen mit Glas und Eisen gedeckten Putzstand.

Der grofse Hof war bei den Nachbargrundstücken durch einen architektonischen Abschlufs zu begrenzen, was in Form von theilweise geschlossenen Bogenstellungen mit Aufhaugesimsen zu geschehen hatte, um so ein architektonisch gerundetes Bild auch nach der einfacher in den Formen herzustellenden Hofseite zu erhalten. Bei dem schmalen Geländestreifen nach der Stefanienstrafse sollte ein kleiner Geflügelhof mit Brüthaus abgeschnitten, die Fläche selbst als Durchfahrt und Nutzgarten verwerthet werden und nach der Strafse einen monumentalen Abschlufs erhalten, der als grofser Portalbau mit dahinter liegender Halle und Strohspeicher sich erheben sollte.

Diese vom Bauherrn genau und bestimmt gegebenen Wünsche, die sich bis auf die Angaben der Zimmergröfsen und Stockwerkshöhen ausdehnten, waren vom Architekten zu erfüllen; ihre Ausführung ist aus den Grundrissen auf Blatt 5 ersichtlich.

3. Am Aeufseren des Baues wollte der Bauherr, seiner Vaterstadt Karlsruhe zu Liebe, einen höheren Grad der architektonischen Durchbildung zur Schau getragen wissen, was durch die Verbindung der Architektur mit der Plastik erreicht werden sollte. Der Figurenschmuck ist demgemäfs kein willkürlicher, sondern ein den Verhältnissen angepafster.

Den Hauptschmuck bilden vier Nischenfiguren: Gastfreundschaft, Mutterliebe, häuslicher Fleifs und Sittsamkeit — Frauengestalten, welche von Josef Victor von Scheffel mit den folgenden Sinnsprüchen, am Baue in dunkelgrüne Marmortafeln eingemeiselt, versehen wurden:

Gastfreundschaft
Freunde schafft. | Muttertugend
Erzieht die Jugend.

Häuslicher Fleifs
Erspinnt den Preis. | Sittsamkeit
Schirmt vor Leid.

An die Handels- und technische Thätigkeit des Bauherrn erinnern an der Südseite zwei liegende, lebensgrofse Figuren des Handels (Mercur mit Flügelkappe und Caduceus) und der technischen Industrie, hier des Bergbaues. Bei den Lukarnen sitzen weibliche und männliche Figuren, die Goethe'schen Worte: „Tages Arbeit — Abends Feste“ versinnbildlichend: ein junges Mädchen, die Laute spielend, dem ein mit Weinlaub bekränzter Bursche, den Becher in der Hand, zuhört, und ein halbnackter Geselle mit dem Hammer in der Faust, dem eine Frau mit dem Spinnrocken gegenüber sitzt.

Vier mächtige Atlanten stützen des Hauses Säulen, welche bei der östlichen Mittelpartie in einer Nische die thronende „Abundantia“ aufnehmen und die seitlich zwei Puttengestalten, „Gesetz und Stärke“ mit ihren Attributen, tragen. Zwei Medaillons der Ostseite zeigen zwischen den Fenstern des ersten Obergeschosses „Traum und Schlaf“, die Schlufssteine der mittleren Fensterbogen „Frauenköpfe“.

4. Ein dem Aeufsern entsprechender Reichthum ist auch im Innern und besonders in der Durchfahrt, dem Vestibül und Treppenhaus und in den Gesellschaftsräumen durchgeführt. Pilasterschäfte, Thorbogen, Thürrahmen und Treppen aus schwarzem nassauischem Marmor schmücken die Durchfahrt, Stuckmarmorfelder und Groteskmalereien die Wände und Kreuzgewölbe derselben; das Vestibül beleben vergoldete weibliche Karyatiden auf schwarzen Marmorstützen, neben bunten Marmor-

säulen; zum Obergeschofs führt in drei Läufen eine weifse Marmortreppe mit farbigen Marmorbalustern und Postamenten mit Marmorvasen. Die Gebälke der Umgänge um die Treppe werden von lichtgrauen Pfeilern und Säulen von Giallo Antico getragen, auf den Wandflächen sind „Kunst und Wissenschaft, Poesie und Musik, Religion und Freiheit“ als lebensgrofse, weibliche Figuren, farbig auf Goldgrund gemalt, angebracht.

Das Treppenhaus bedeckt ein halbkreisförmiges Tonnengewölbe aus Eisenstäben und farbigem Glase construirt, dessen Stirnwand ein figurenreiches Glasgemälde abschliefst (siehe den Schnitt durch das Treppenhaus, Blatt 8). Die Beleuchtung bei Nacht geschieht durch einen Reflectorbrenner hinter dem Glasgemälde und durch über hundert über dem Glaswerk des Oberlichtes angebrachte Gasbrenner.

Im Schmucke von Marmorsäulen und Pilastern, reicher Holzcassetten — gemalter und vergoldeter Stuckdecken erglänzen auch die Gesellschaftsräume. Die Gemälde der grofsen Saaldecke stellen in figurenreichen Gruppen „Lied, Liebe und Wein“ dar, während an der Decke des Damensaales die allegorischen Gestalten von „Nacht und Morgen“ dargtstellt sind.

Dem Architekten fiel bei der Ausschmückung der genannten Räume auch die Aufgabe zu, Stoffe, Teppiche, Kunstgegenstände, Staffeleibilder auszuwählen und zu bestellen und die Zeichnungen für das Mobiliar zu fertigen.

Den Figurenschmuck am Aeufsern lieferte Professor Adolf Heer, den des Innern Bildhauer Julius Heer; die Kunstmalereien: die Professoren Gleichauf und Schurth, sowie die Maler Klose, Vischer, Hasemann, Hörter, Roloff, Tuttiné, Kanoldt, Lugo, Romann u. a., sämtlich in Karlsruhe.

5. Ueber die Art der Ausführung ist noch anzuführen, dafs der Bau auf trockenem, grobem Sandboden gegründet ist und dafs das Grundwasser in einer Tiefe von 6 bis 7 m angetroffen wurde. Die Fundamentsohle besteht aus grofsen in Schwarzkalkmörtel verlegten Bodenplatten, das Fundamentgemäuer erhebt sich über einer Isolirschicht von Asphalt aus lagerhaften Bruchsteinen und ist bei den Wohnräumen des Untergeschosses mit Hohlsteinen verblendet. Reifeisen durchziehen das Gemäuer, die Quaderstücke sind in gesiebtem, feinem Kalkmörtel versetzt unter Einlagen von Blei- und Pappstreifen 2 cm hinter der Vorderkante; die Stofsflächen der Quader wurden mit Cement-Sandmischung ausgegossen, an der Aufsenseite sind die Stofsfugen offen gelassen und alle Werkstücke durch Eisenklammern in Blei- oder Cementvergufs mit einander verbunden. Die Wasserschrägen der Hauptgesimse sind theils mit Zink, theils mit Bleiblech abgedeckt.

Die Umfassungsmauern über dem Bürgersteig bestehen aus Quadern mit Sand- und Backsteinhintermauerung, die Zwischenmauern und Scheidewände aus Backsteinen. Die Quader des Unterbaues und der oberen Stockwerksgurte sind aus rothem pfinzthaler Sandstein, das gesamte übrige Quaderwerk mit einem Theile des Figurenschmuckes aus weifsem murgthaler Sandstein gewonnen.

Für die Marmorarbeiten wurden der Hauptsache nach nassauische Arten verwendet, aber auch italienische sind mehrfach verwerthet, ebenso schwedische Granite. Holzgebälke sind im Hause durchweg vermieden und nur der Dachstuhl wurde aus diesem Material hergestellt. Alle Decken sind entweder tragfähig gewölbt oder mittels Walzeisenträger und entsprechender Einlagen ausgeführt. Die Dachdeckung besteht bei den Stallgebäuden aus Holzcement, bei dem Hauptbau aus Zink und Schiefer.

Die von Heckmann in Berlin ausgeführte Sammelheizung ist eine Warmwasserheizung, deren Kessel- und Feuerungsanlage sich unter dem Wintergarten befindet.

Der Hauptgarten (Vorgarten) ist nach der Strafse durch ein hohes schmiedeeisernes Geländer mit Sockel, Thor- und Zwischenpfosten aus rothem Sandstein abgeschlossen.

6. Die Kosten des Baues berechnen sich wie folgt:

I.	Architektenhonorar	31 534,55 ℳ,
II.	Erd-, Maurer-, Versetz- und Gipserarbeit	185 780,87 ℳ,
III.	rothe Steinhauerarbeit	56 524,06 ℳ,
IV.	weifse Steinhauerarbeit	128 239,03 ℳ,
V.	Steinhauerlöhne	834,29 ℳ,
VI.	Eisengebälke	49 679,13 ℳ,
VII.	Zimmerarbeit	29 814,69 ℳ,
VIII.	Dachdeckerarbeit	2 093,06 ℳ,
IX.	Klempnerarbeit	11 968,35 ℳ,
X.	Blitzableitung	3 684,51 ℳ,
XI.	Gufs- und Schmiedearbeiten	32 338,43 ℳ,
XII.	Einrichtung des Pferdestalles	4 812,79 ℳ,
XIII.	Tischler- und Glaserarbeiten	86 452,55 ℳ,
XIV.	Schlosserarbeiten	29 945,24 ℳ,
XV.	Rollläden und Zugjalousien	3 160.38 ℳ,
XVI.	Gas- und Wasserleitung	14 822,01 ℳ,
XVII.	Heizanlage	45 687,36 ℳ,
XVIII.	Bildhauerarbeit	56 329.71 ℳ,
XIX.	Marmorarbeiten	22 859,38 ℳ,
XX.	Granitarbeiten	3 564,70 ℳ.
XXI.	Terrazzoarbeiten Stuccolustro und Carton pierre }	14 013,26 ℳ,
XXII.	Kunstmalerei	12 094,70 ℳ,
XXIII.	Glasmalerei	3,489,80 ℳ,
XXIV.	Decorationsmalerei und Anstreicherarbeiten	25 247,89 ℳ,
XXV.	Tapezierarbeit	4 490,66 ℳ,
XXVI.	Pflastererarbeit	1 971,05 ℳ,
XXVII.	Telegraphen- und Telephonanlage	1 232,50 ℳ,
XXVIII.	Rigolen des Vorgartens	1 253,36 ℳ,
XXIX.	verschiedene kleinere Arbeiten }	2 851,82 ℳ, 2 037,97 ℳ,
XXX.	Platzerwerb	165 948,15 ℳ,
XXXI.	Einrichtung d. Gesellschaftsräume	104 000,00 ℳ,
	im ganzen	1 138 756,25 ℳ

Mit dem Bau wurde am 14. März 1881 begonnen, im gleichen Jahre im Monat December war derselbe unter Dach gebracht. Bei der Ausführung des inneren Ausbaues wurde ein langsamerer Gang eingehalten, da die Vollendung der rein künstlerischen Arbeiten eine längere Zeit in Anspruch nahm. Im Spätsommer des Jahres 1884 konnte der Bau in allen Theilen bezogen werden.

Karlsruhe, im November 1887.

Dr. Josef Durm.

Die ehemalige Klosterkirche in Münchenlohra im Harz.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 9 bis 11 im Atlas.)

Unter Aufwendung verhältnifsmäfsig beträchtlicher Mittel ist in den letzten Jahren die Kirche in Münchenlohra im Kreise Nordhausen, ein schönes romanisches Bauwerk, restaurirt und ausgebaut worden. Das ehrwürdige Baudenkmal war nach mannigfachen schweren Schicksalen im Zustande schlimmster Verstümmelung auf die Neuzeit gekommen und würde in diesem Zustande den zerstörenden Natureinflüssen jeder Art nicht sehr lange mehr widerstanden haben, wenn nicht die helfende Hand der Staatsbehörden rettend eingegriffen hätte.

Münchenlohra ist die Stätte einer alten klösterlichen Stiftung, deren nähere Geschichte zur Zeit noch im Dunkel liegt. Was der Verfasser dieser Zeilen an Nachrichten über das Kloster zu ermitteln vermochte, beschränkt sich darauf, dafs es ursprünglich für Mönche des Benedictiner-Ordens gegründet, später aber einer Genossenschaft von Benedictinerinnen eingeräumt wurde, und dafs es im Bauernkriege der Zerstörung anheimfiel. Aufser dem Kirchengebäude ist von Baulichkeiten aus der Zeit des Klosters Lohra nichts erhalten. Das Steinmaterial des Kreuzganges und der übrigen verschwundenen Bauanlagen dürfte bereits vor langen Fristen den Maurern überantwortet sein, welche die Wirthschaftsgebäude der jetzigen Domäne Münchenlohra aufgeführt haben. Die Kirche liegt jetzt inmitten eines grofsen Wirthschaftshofes.

Der Zustand der Kirche vor der Inangriffnahme der Wiederherstellungsarbeiten wird durch die beistehenden Holzschnitte 1 und 2, sowie durch die beiden auf den Atlasblättern 9 und 10 je zu unterst angeordneten Abbildungen veranschaulicht. In diesen vier Abbildungen ist dargestellt der Grundrifs des verstümmelten Bauwerks nebst einigen durch Nachgraben aufgedeckten Fundamentresten, ferner der westliche Abschlufs, der östliche und der südliche Aufrifs des Werkes. Wir haben es zu thun mit einer dreischiffigen Kreuzanlage spätromanischen Stiles. Die Abmessungen sind gering, die Lichtweite des Mittelschiffes z. B. beträgt nur wenig über 4,50 m.

Abb. 2. Westansicht vor der Wiederherstellung.

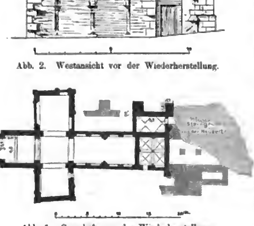


Abb. 1. Grundrifs vor der Wiederherstellung.

Das Mittelschiff war auf die Länge von drei Quadraten erhalten, über diese hinaus aber im Westen durch Abbruch verkürzt. Das nördliche Seitenschiff war bis auf einige an der Mittelschiffsmauer haftende Ueberreste seiner einstigen Wölbdecke verschwunden. Vom südlichen Seitenschiff zeigte sich im Westen ein kurzes Stück erhalten. Die Oeffnungen zwischen den Schiffspfeilern, das westliche Ende des Mittelschiffs und das östliche und westliche Ende jenes Seitenschiffstheils waren durch neueres Mauerwerk geschlossen. Am Westende des Mittelschiffes war ferner ein Theil einer eingebauten Emporbühne erhalten geblieben. Der Raum unter derselben, ursprünglich durch offene Bogenstellungen nach Mittel- und Seitenschiff hin geöffnet, zeigte sich nunmehr ebenfalls infolge Ausmauerung dieser Bogenöffnungen geschlossen.

Die drei Quadrate des Mittelschiffs waren mit drei Kreuzgewölben überdeckt, deren westlichstes vor etwa zwanzig Jahren eine Erneuerung in Backsteinen erfahren hatte. Die beiden alten Gewölbe hingegen sind in Kalkbruchsteinen ausgeführt und besitzen jene hochbusige Form, welche in Deutschland seit der Mitte des zwölften Jahrhunderts zur Ueberdeckung der Hochräume der Kirchen Verwendung findet. Die Schildbögen bezw. Gurtbögen eines solchen Gewölbes folgen der Halbkreislinie, die diagonal laufenden Grate ebenfalls. Da diese Grate beträchtlich weiter gespannt sind als jene Gurt- und Schildbögen, so wird ihr Halbmesser, d. h. ihre Höhe erheblich gröfser. Daher das starke Ansteigen solcher spätromanischen Gewölbe nach dem Scheitelschlufs hin. Die ganze Form ist offenbar in der Absicht gewählt, mittels solcher Ueberhöhung das Mafs des gegen die Obermauern wirkenden Seitenschubs zu vermindern. Bei der gröfseren Spannung und gröfseren Höhe der Mittelschiffe mufsten flache, nach römischer Form hergestellte Gewölbe mit ihren gedrückt elliptischen Graten und ihrem stärkeren Seitenschub den Obermauern und damit den Schiffspfeilern eine ungebührliche Stärke aufdrängen. Dafs diese constructive Rücksicht es gewesen ist, welche in den Kirchen der in Frage stehenden Kunstperiode für die Hochräume die stark ansteigenden Gewölbe vorschrieb, liegt auf der Hand. Es wird noch besonders dadurch erhärtet, dafs in den gleichen Kirchen die Seitenschiffsgewölbe so sehr häufig die ältere römische Gestalt behalten. Die Seitenschiffe waren weniger weit und minder hoch, und da ihre Mauern, weil wie alles Mauerwerk in Gufswerk hergestellt, ein für allemal eine ziemlich bedeutende Stärke erhielten, so war hier von der verhältnifsmäfsig gröfseren Schubkraft der alten, flacheren Wölbform nichts zu befürchten. Der Fall, dafs die Hochgewölbe die ansteigende, die Seitenschiffsgewölbe die römische Form aufweisen, ist auch bei dieser unserer Kirche vorhanden. Die beiden verschiedenartigen Ausgestaltungen des Kreuzgewölbes unterscheiden sich übrigens noch durch die Beschaffenheit der Kappenflächen. Diese Kappen haben im einen Fall einfache, im anderen doppelte Krümmung. Die Gründe für die Wahl

der Doppelkrümmung bei Anordnung ansteigender Kreuzgewölbe habe ich an anderer Stelle dargelegt.*) Die Gewölbe von Münchenlohra sind mit Gipsmörtel gemauert oder vielmehr vergossen. Gipsmörtel als Bindemittel ist bekanntlich in den Harzgegenden überhaupt sehr verbreitet. Die Gurte zwischen den Gewölben sind aus Kalksteinquadern gearbeitet.

Auch die ganze aufsteigende Architektur der Kirche weist auf den Oberflächen Quaderarbeit auf. Der innere Kern der Mauern und Pfeiler ist natürlich in üblicher Weise aus vergossenem Bruchsteinwerk hergestellt. Da die Anlage des Langhauses nach dem von einigen Kunstschriftstellern so genannten „gebundenen System“ erfolgt ist (die genannte Bezeichnung scheint mir, weil alle einschlagenden Systeme gleich viel und gleich wenig „gebunden“ sind, schlecht gewählt zu sein), so wechseln starke und schwache Pfeiler. Die schwachen Pfeiler haben rechteckige Grundform, der Grundrifs der starken Pfeiler besteht aus einem Rechteck mit Vorlagen nach dem Mittelschiff hin. Im westlichen Theil sind diese Vorlagen zum Theil ausgekragt. Die eckigen Bestandtheile der Pfeiler sind mit blofsen Gesimsplatten als Capitellen ausgestattet, die säulenförmigen Bestandtheile besitzen Blattcapitelle, um welche sich jene Gesimse als Deckplatten herumziehen. Alle Bögen sind ungegliedert. Die Mittelschiffswand wird von einem Gurtsims getheilt. Ueber ihm erheben sich in jeder Schildbogenfläche zwei Fenster. Der erhaltene Abschnitt der Emporbühne war zweischiffig angelegt, mit einfachen Rundsäulen auf der Achse und Säulenvorlagen an den gegenüberstehenden Pfeilern.

Der erhaltene Rest des einen Seitenschiffes besafs, wie bereits angedeutet, römische Kreuzgewölbe. Passender würde man eine derartige Ueberwölbung, wenn sie, wie hier, der vortretenden Gurte entbehrt, als ein Tonnengewölbe mit einschneidenden Stichkappen bezeichnen. Auch der Ausführungsweise nach. Man konnte gerade an unserem Beispiel mit Sicherheit feststellen, dafs bei der Einwölbung des fraglichen Schiffes zunächst ein Tonnengewölbe eingeschalt worden ist, auf welcher Einschalung man dann die Schalung für die Stichkappen aufgeschiftet hat. Die inneren Spitzen dieser Stichkappen treffen nämlich nicht zusammen: theils liegen sie verschoben nebeneinander, theils lassen sie wenigstens einen Zwischenraum zwischen sich bestehen, eine der von dem Kreuzschema geforderten Stichkappen fehlt sogar. Dies alles könnte nicht vorkommen, wenn man die Unterrüstung in der eigentlichen Art von Kreuzgewölben ausgeführt, d. h. unter den Graten Lehrbögen aufgestellt hätte.

Die drei Quadrate des Kreuzschiffes sind mit gleichen Gewölben wie das Mittelschiff bedeckt und bieten im Inneren nichts besonders Bemerkenswerthes. An der Ostwand der Kreuzarme fanden sich die nunmehr vermauerten Eingangsbögen zu zwei Nebenapsiden vor; diese Apsiden selbst waren verschwunden. Verschwunden waren auch die Gewölbe des Chorquadrats und der Hauptapsis. In beiden Räumen bildete eine verbretterte Balkenlage die Decke. Nur die Anfänge des ehemals vorhanden gewesenen Gewölbes waren in den westlichen Ecken der Chorvorlage noch sichtbar.

Das Aeufsere der Kirche bewegte sich gleich dem Inneren in entwickelten spätromanischen Formen. An den Kreuzarmen sind die Ecken mit Lisenen eingefafst, welche eine geraume Strecke unterhalb des Dachgesimses sich strebepfeilerartig abdachen. Alle Obermauern sind mit dem Bogenfries geschmückt. Auf die Höhe des Lichtgadens legen sich der Obermauer am nördlichen Kreuzarm und einem anstofsenden Stück des Mittelschiffs Halbsäulen vor, ein Schmuckmotiv, welches auch hier wie in manchen andern Fällen nicht recht verarbeitet erscheint: die Säulchen wachsen mit ihren Capitellen ziemlich unorganisch in den Bogenfries hinein.

Mit Ausnahme des in thüringischer Art etwas weichlich behandelten Bogenfrieses sind alle Einzelheiten der Kirche, sowohl im Aeufsern als im Innern, sehr schön gezeichnet. Tafel 11 im Atlas führt auf ihrer oberen Hälfte einige Beispiele vor Augen. Die Deckplatten der Pfeiler, bezw. der Säulencapitelle sind zum Theil mit Ornament versehen, mit Schuppen-, Schachbrett- und Zahnschnittmustern oder aber mit Blattfriesen. Der Dachsims besteht aus einer weitausladenden Schicht mit einer grofsen Hohlkehle, deren Oberkante ein tiefunterschnittener Rundstab säumt. Das eigenthümliche, im Mafsstab aus der sonstigen Behandlung der Einzelheiten einigermafsen herausfallende Profil dieses Gesimses findet sich an Kirchenbauten der Zeit um 1200 mehrfach in Deutschland, an der Klosterkirche von Lippoldsberg an der Weser in peinlicher Uebereinstimmung mit Lohra: Auch ein Beweis für die enge Verbindung selbst zwischen weit entfernten Baustätten, besonders zwischen solchen des gleichen klösterlichen Ordens.

Im Chore der Kirche befindet sich der Grabstein eines Herrn Bodo v. Gladenbeck, dessen Inschrift Mittheilung davon macht, dafs das Gebäude im Jahre 1666 eine umfassende Herstellung erfahren und vorher wüst gelegen hat. Diese Verwüstung war, wie sich mit Sicherheit annehmen läfst, in den Bauernunruhen des Jahres 1525 erfolgt, welche gerade in diesen Gegenden mehr als anderswo Zerstörung über Adelssitze und Klöster brachten. Sichtbarlich sind die Gladenbeckschen Arbeiten im wesentlichen das Letzte gewesen, was vor unserer Zeit zur Erhaltung an der Kirche geschehen ist. Der betreffenden Zeitperiode, dem siebzehnten Jahrhundert, gehörten vor allen Dingen, nach der Construction zu schliefsen, die Dachstühle an. Diese Construction war eine mangelhafte, die Mauern mit Seitenschub bedrohende, demzufolge die Restauration sich u. a. mit der Erneuerung dieser Dächer zu befassen hatte. Mit der Dachconstruction war die Balkendecke über Chorquadrat und Hauptapsis gleichzeitig und das obere Mauerwerk dieser Bautheile wies deutliche Spuren einer späten Erneuerung auf. Es mufs angenommen werden, dafs — etwa in jener Zeit von 1525 — mit den alten Gewölben des Chores auch ein Theil seiner Mauern zerstört worden ist. Beim Wiederaufbau liefs Gladenbeck die Apsismauer über ihre ursprüngliche Höhe, nämlich bis zur allgemeinen Höhe der Obermauern hinaufführen. Es wurde hiermit die Möglichkeit einer durchgehenden Balkenlage über Quadrat und Apsis bezweckt und ein andernfalls zwischen beiden zu errichtender Bogen erspart. Mit einer damals seltenen Pietät begnügte man sich bei Herstellung der Ueberhöhung nicht mit der Aufführung des übrigens ziemlich rauhen Mauerwerks, sondern man führte an diesem auch die vorhandenen Wandsäulchen empor und bekrönte die höhere Mauer, wenn auch in etwas unordentlicher Weise, mit den alten, offenbar damals noch erhaltenen Quaderschichten des Bogenfrieses und Hauptgesimses. Ob die Verkürzung der Kirche im Westen in der Zeit der ebengedachten Arbeiten oder früher oder später

*) Vergl. Centralblatt der Bauverwaltung, Jahrg. 1885, S. 290 ff.

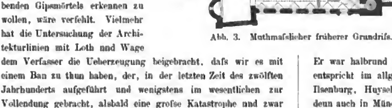
erfolgt ist, hat nicht festgestellt werden können. Am wahrscheinlichsten ist es ja wohl, dafs auch die hier geschehenen, einschneidendsten Verwüstungen zur Zeit der grofsen bäuerlichen Revolution ins Werk gesetzt worden sind. Der zeitweilige Abschlufs des Gebäudes an dieser Stelle war sichtbar mit sehr nothdürftigen Mitteln ausgeführt. Sicher ist aber, dafs die Vermauerung der Scheidebögen, welcher nur die Zerstörung der Seitenschiffe als Ursache gedient haben kann, noch in gothischer Zeit bewirkt worden ist. In einem der Mauerschlüsse fand sich nämlich eine in spätgothischer Weise behandelte Eingangsthür vor.

Von all diesen späteren Verstümmelungen, Veränderungen und Zusätzen absehend, die als solche überall leicht erkennbar waren, erschien es weiter vor allem interessant, dafs an dem ursprünglichen romanischen Bestande des Gebäudes auch noch die Arbeit zweier scharf von einander geschiedenen Bauperioden zu unterscheiden war. Jedem aufmerksamen Auge mufste es auffallen, dafs, wenn auch die Hauptmasse des Baues der Zeit um 1180 zuzuweisen ist, bereits früh im dreizehnten Jahrhundert eine theilweise Erneuerung der Kirche erfolgt sein mufs. Die Bestandtheile, welche diesem ersten und zweiten Bauabschnitt ihre Entstehung verdanken, unterscheiden sich in der Behandlung der Form kaum merkbar von einander, um so mehr aber technisch in dem durch vielfache Absätze unterbrochenen Zuge der Linien und Flächen. In den älteren Theilen sind die Mauern vielfach aus Loth und Schnur gewichen, quader- und schichtenweise zeigt sich die Verblendung verschoben. Hier nur die Wirkung des treibenden Gipsmörtels erkennen zu wollen, wäre verfehlt. Vielmehr hat die Untersuchung der Architekturlinien mit Loth und Wage dem Verfasser die Ueberzeugung beigebracht, dafs wir es mit einem Bau zu thun haben, der, in der letzten Zeit des zwölften Jahrhunderts aufgeführt und wenigstens im wesentlichen zur Vollendung gebracht, alsbald eine grofse Katastrophe und zwar die des Einsturzes der Mehrzahl der Gewölbe erlebt hat. Die Arbeiten der zweiten Bauzeit waren dann nichts weiter als der Wiederausbau des in Trümmer gefallenen Werkes.

Der hiermit angenommenen ersten Bauzeit gehören an: das nördliche Kreuzschiff ganz, das Chorquadrat bis nahe unter das Gesims, sowie das östliche Feld der nördlichen Mittelschiffsmauer; ferner das südliche Kreuz in seiner unteren Hälfte, ebenso von den Mittelschiffsmauern des ersten und zweiten Feldes (von Osten an) auf der Südseite und des zweiten Feldes (von Osten an) auf der Nordseite die untere Hälfte. Am südlichen Kreuz und an den eben erwähnten Mittelschiffswänden entstammt die obere Hälfte dem zweiten Bauabschnitt. Demselben gehört weiter das Gesims des Chorquadrats, der erhaltene Seitenschiffsrest, der westliche Theil des Mittelschiffes überhaupt und die erhaltene Ueberwölbung an. Weshalb dieser zweite Bauabschnitt in die Zeit erst des dreizehnten Jahrhunderts zu verlegen ist, darauf werde ich noch einmal zurückkommen.

Die Wiederherstellungsarbeiten wurden eingeleitet neben einer Untersuchung des zu Tage stehenden Bauwerks mit Aufgrabungen zur Auffindung der Fundamente der verschwundenen Bautheile. Hierbei fand sich vor allem die Grundmauer einer westlichen Apsis in der Gegend, wo in Abbildung 1 westlich vor dem bestehenden Gebäude zwei freiliegende quadratische Pfeilerfundamente gezeichnet sind. Dieses Apsidenfundament war aus rothen Sandsteinen gemauert, statt aus grauen Kalksteinen wie die übrigen entdeckten Fundamente. Durch diese letzteren wird ein Kirchenplan festgestellt, in welchen eine solche Apsis nicht hineinpafst (dieselbe ist in Abbildung 1 aus Gründen der Deutlichkeit nicht dargestellt worden). Es ist die Vermuthung erlaubt, dafs diese Apsis nach Vollendung des ersten Baues, nämlich in der Zeit gegen 1180, den westlichen Abschlufs der Kirche dargestellt habe. Sollte nach dem vorausgesetzten Einsturz des Gebäudes und vor dem Wiederaufbau desselben der eingangs erwähnte Uebergang der Niederlassung von einem Mönchs- an einen Nonnenconvent stattgefunden haben, so würde die Thatsache dieses Uebergangs die bei diesem Wiederaufbau erfolgte Preisgebung gedachter Westapsis erklären. Die Gemeinschaft der Nonnen benöthigte einer ausgedehnten westlichen Emporbühne. Vier Gewölbfelder dieses „Nonnenchors" haben wir ja erhalten vorgefunden. Um den Chor geräumig genug zu gestalten, wäre dann die Westapsis der Mönche niedergerissen und der Kirchenbau nach Westen hin verlängert worden.

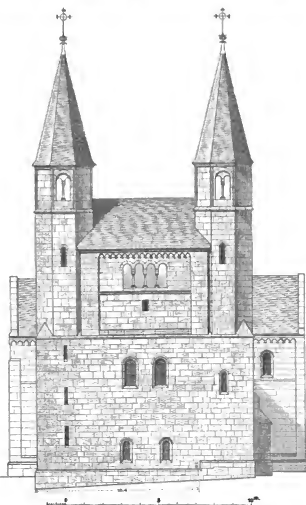
Der Grundrifs dieser Verlängerung kann nach den vorgefundenen Fundamenten mit ziemlicher Sicherheit reconstruirt werden. Den Schiffen lag im Westen zunächst das von Thürmen begleitete Glockenhaus vor, an das sich weiterhin noch ein von Seitenschiffen oder Capellen begleiteter Westchor anschlofs. Einzig der Abschlufs dieses letzteren blieb zweifelhaft, da die Fundamente dort, wo er gestanden hat, der Steingewinnung wegen ausgebrochen worden sind. Er war halbrund oder glatt. Der ganze Westtheil der Kirche entspricht im allgemeinen den Anlagen in Gernrode, Drübeck, Ilsenburg, Huyseburg usw. Wie in diesen Kirchen hat sich denn auch in Münchenlohra die westliche auf einer zweischiffigen Halle aufgebaute Empore, der mit vier Gewölbfeldern erhaltene Nonnenchor, bis in den letzten westlichen Abschlufs hinein fortgesetzt.

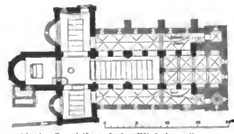

Abb. 3. Muthmafslicher früherer Grundrifs.

Eine besondere Bedeutung aber erlangten die Aufgrabungen durch die Entdeckung eines an dem Langhause in romanischer Zeit errichteten Strebensystems. Ein kunstgeschichtlich sehr merkwürdiges Vorkommnifs. Es kann ohne Anstand behauptet werden, dafs die Meister, welche in Deutschland während des zwölften und des dreizehnten Jahrhunderts in romanischer Weise ihre Kirchenschiffe einwölbten, eine der wichtigsten Eigenheiten des Kreuzgewölbes nicht bis in alle Consequenzen hinein klar überdacht haben. Das Kreuzgewölbe, welches, wenigstens bei gleicher oder annähernd gleicher Höhe der inneren und äufseren Scheitel und bei der Ausführung in Bruchsteinen, d. h. auf Schalung, einen Schub nur auf den Ecken bezw. Achsen ausübt, erfordert mit logischer Nothwendigkeit die Auflösung der Mauern in Strebepfeiler und dünne abschliefsende Wände. Diese Auflösung ist aber in den Gewölbebauten romanischen Stils nicht durchgeführt. Denn die Verstärkung, welche den Mauern der Kirchen durch den Gewölbachsen entsprechende

Lisenen zu Theil wird, ist zu geringfügig, als dafs sie auf constructive Rücksichten zurückgeführt werden dürfte. Vielmehr hat man es hier mit einer rein formellen Anordnung zu thun, die Folge und Vertheilung der Lisenen bezweckt nichts, als die innere Theilung des Gebäudes nach aufsen hin auszusprechen. Ueberall ist die Stärke der auf den Achsen nothwendig werdenden Widerlagsmassen ohne weiteres oder unter nur geringen Abzügen auch für die blofs abschliefsenden Mauern mafsgebend gemacht.

Eine Aenderung tritt in Deutschland erst mit dem Einzug der Gothik ein. Wenigstens im allgemeinen. Denn am Rhein finden sich einzelne wenige Beispiele von Bauten, die bei noch romanischer Formgebung bereits das gothische Princip der Strebepfeiler und sogar der Strebebögen sich zu eigen machen. Zu diesen durch die Nähe Frankreichs beeinflufsten Bauten tritt nun als ein weiteres Beispiel einer romanischen Kirche mit Strebepfeilern und Strebebögen die Kirche des Klosters Lohra. Und zwar als ein Beispiel, auftretend weit von jenen westlichen Grenzen entfernt, im Herzen deutschen Landes nach heutigen Begriffen, an einem Orte, der damals der slavischen Sprachgrenze nahe lag. Wenn einst die Baugeschichte des Mittelalters, die heute noch in den Anfängen liegt, dazu fortgeschritten sein wird, sich u. a. mit der Wanderung der Constructionsgedanken zu beschäftigen, dann dürfte unter den interessanteren Aufgaben dieser schönen Wissenschaft die Frage der frühen Uebertragung jenes Systems von der Culturstrafse des Rheins nach der Waldeinsamkeit des thüringischen Klösterleins ebenfalls auftauchen.


Abb. 5. Westseite nach der Wiederherstellung.


Abb. 4. Grundrifs nach der Wiederherstellung.

Das bei den Aufgrabungen vorgefundene Strebepfeilerfundament ist in Abb. 1 dargestellt. Es lenkte die Aufmerksamkeit auf die westwärts davon gelegenen, zwar stark versehrten, immerhin aber bis auf eine gewisse Höhe über den Boden noch vorhandenen beiden Strebepfeiler des südlichen Seitenschiffs. Für diese, welche man bis dahin für nachträglich angesetzte Mauerverstärkungen hatte halten können, ergab sich beim Ausgraben des verschütteten Sockels und der Inaugenscheinnahme des Verbandes im Sockel die unumstöfsliche Gewifsheit, dafs sie mit der romanischen Seitenschiffsmauer gleichzeitig errichtet sind. Auch der am damaligen Westende der Kirche unter späterem Putz aufgefundene wirkliche Strebebogen (vergl. Abb. 2) gewann nun seine Deutung, ebenso die Unregelmäfsigkeit im Mauerverband, welche sich an der südlichen Oberschiffswand zweimal genau an der Stelle zeigt, wo ein Strebebogen angeschlagen haben mufs. Abb. 6 stellt den Querschnitt der Kirche dar mit Strebepfeilern und Strebebögen auf der Süd- und der Nordseite. Dafür, dafs auch auf der Nordseite das Strebesystem einst bestanden habe, konnte der Verfasser bei seinen vor Ausarbeitung der Baupläne angestellten Untersuchungen sichere Anhaltspunkte nicht gewinnen. Das Strebewerk ist deshalb auch nur auf der Südseite, nicht auf der Nordseite wiederhergestellt worden. Mittheilungen von anderer Seite, wonach sich späterhin vor dem nördlichen Seitenschiff in sehr grofser Tiefe ebenfalls noch Reste von Strebepfeilerfundamenten gefunden haben sollen, liefen erst ein, nachdem der Bau schon vollendet war. Es sind im Beginn dieses Aufsatzes die beiden noch in die romanische Stilperiode fallenden Bauzeiten erwähnt worden, welchen der alte Bestand der Kirche seine Entstehung dankt. Selbstverständlich gehören die Strebepfeiler und Strebebögen der Südseite samt dem im Mauerverband nicht davon zu

trennenden südlichen Seitenschiff der zweiten Bauzeit, dem dreizehnten Jahrhundert an. Sollte bei dem obengedachten, zwischen die erste und zweite Bauperiode entfallenden Einsturz das nördliche Seitenschiff unbeschädigt geblieben sein, so erscheint es möglich, dafs das Strebewerk immer nur einseitig, auf der Südseite, bestanden hat.

Ueber die Kirche von Lohra und die neuen Bauten an derselben ist im Centralblatt der Bauverwaltung schon einmal in kürzerer Form berichtet worden.*) Daselbst ist auch der Umfang u. dgl. der Wiederherstellungsarbeiten beschrieben. „Vor allem mufste der Wiederaufbau der Seitenschiffe und der seitlichen Chornischen, sowie die Errichtung eines westlichen Thurmbaues ins Auge gefafst werden. Nach Ausweis des nunmehrigen Grundrisses (Abb. 4) und der Ansicht der Westseite (Abb. 5) ist dies in der Weise geschehen, dafs, wie oben schon erwähnt, an der Südseite die hochinteressante Strebeanlage nach dem einen vorhandenen Muster wieder erneuert wurde, während bei der Herstellung des im Fundament aufgefundenen Glockenhauses mit seinen beiden Thürmen — von denen der eine Treppenthurm geworden ist — von einem Wiederaufbau des Westchors abgesehen ist. Neben anderweitigen Wiederherstellungs- und Ergänzungsarbeiten, als dem Abtragen der Chormauer und der Neueinwölbung des Ostchors, der Erbauung einer kleinen Sacristei, der Anlage einer neuen Hauptzugangsthür im nördlichen Seitenschiffe — der örtlichen Gelegenheit entsprechend — und anderem mufsten die baufälligen Dächer sämtlich erneuert und das Mauerwerk im Aeufsern und Innern von den vorhandenen Schäden durchweg befreit werden.

Die Bauarbeiten sind im April 1882 begonnen, in jenem Jahre bis zur Fertigstellung des Rohbaues und der Dacheindeckung geführt und, abgesehen von der erst im Jahre 1885 bewirkten einfachen farbigen Ausmalung des Innern, im Jahre 1883 beendigt worden. Für die erneuerten Bautheile und die Ergänzungen des Quaderwerks des Aeufsern ist ein dem alten Material entsprechender, in den nahen Hainleitebergen brechender Muschelkalkstein verwendet, für die Gewölbe sind der Leichtigkeit halber rheinische Schwemmsteine benutzt, die Dächer mit deutschem Schiefer eingedeckt worden. Die Fenster haben weifse Musterverglasung erhalten. Ein vorhandener gothischer Taufstein (Blatt 11) konnte an seinem Platz belassen werden, während Altar und Kanzel aus Sandstein neu gefertigt und der alten Orgel ein neues Gehäuse in Eichenholz gebaut wurde.

Die auf 50500 ℳ veranschlagt gewesenen Baukosten, welche, abgesehen von einem Allerhöchst bewilligten Gnadengeschenk im Betrage von 20500 ℳ, aus dem Patronats-Baufonds bestritten wurden, stellen sich auf 53875 ℳ. Der Wiederherstellungsbau ist unter der Leitung des Herrn Kreis-Bauinspector Baurath **Heller** in Nordhausen nach dem Entwurfe des Unterzeichneten ausgeführt worden. Die Einweihung des fertigen Baues ist am 14. December 1885 erfolgt.

K. Schäfer.

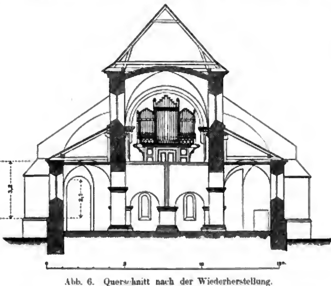


Abb. 6. Querschnitt nach der Wiederherstellung.

*) Siehe Centralblatt der Bauverwaltung, Jahrgang 1886, Seite 61 ff.

Einzelheiten der Renaissance aus Halle a. d. Saale.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 12 und 13 im Atlas.)

Bekanntlich hat in den obersächsischen Gegenden bereits das 15. Jahrhundert eine reiche Kunstblüthe gezeitigt und es wetteifern die zahlreichen spätgothischen Denkmäler dieses Landes an Eigenart und künstlerischem Schwung der Einzelheiten erfolgreich mit den gleichzeitigen Hervorbringungen jedes andern Gebietes. Das gesteigerte Kunstvermögen, welches sich in diesen älteren Schöpfungen ausspricht, beherrscht aber auch noch die Folgezeit, die der deutschen Renaissance. An Reichthum der Erfindung, an liebevollem Durcharbeiten des Kleinen werden die sächsischen Werke des 16. und des beginnenden 17. Jahrhunderts in vielen Fällen von keinen auswärtigen Erzeugnissen übertroffen. Unter den Städten, welche in dieser Beziehung voranstehen, nimmt wiederum die Stadt Halle eine der ersten Stellen ein. Wir bringen im Anschlufs an frühere Veröffentlichungen auf Blatt 12 und 13 im Atlas einige Einzelheiten der deutschen Renaissance aus Halle.

Die Gegenstände auf Blatt 12 entstammen sämtlich dem ehemaligen **Thalhause** daselbst, jenem vor kurzem leider abgebrochenen Gebäude, welches in verschiedenen seiner Innenräume den reichsten architektonischen Schmuck aufwies. Die darge-

stellten Stücke vom Innenausbau sind in Holz ausgeführt. Sie bestehen aus der schönen Täfeldecke eines der beiden polygonen Erker an der Strafsenfaçade des Hauses, aus einem Stücke der Wandtäfelung im sog. Gerichtszimmer, aus einer Thürbekrönung und aus einer Abbildung der Consolen daselbst, welch letztere die Deckenbalken von den Wänden des Zimmers her unterstützten.

Auf Blatt 13 stellt die erste Abbildung ein Chorgestühl in der Marien- oder Marktkirche dar, die zweite Abbildung die Eingangsthür zu dem Aufgang nach der Kanzel in der Moritzkirche.

Die dargestellten Architekturstücke sind von Herrn Architekt Hugo Steffen aufgenommen und gezeichnet worden.

Die Canalisirung des Mains von Frankfurt a. M. bis zum Rhein.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 14 bis 17 im Atlas.)

1. Allgemeines.

Die Canalisirung des Mains von Frankfurt a/M. bis zum Rhein ist in den Jahren 1883 bis 1886 fertig gestellt worden. Unter Bezugnahme auf die bereits stattgehabte Veröffentlichung im Centralblatt der Bauverwaltung, Jahrg. 1886, S. 407 u. ff., erscheint es entbehrlich, hier die der Ausführung vorangegangenen Verhandlungen und die Vorarbeiten näher zu erörtern. Nur zum Verständnifs bezw. zur Ergänzung des Nachfolgenden sei an dieser Stelle folgendes wiederholt, bezw. hinzugefügt:

Der Main ist von Frankfurt bis zum Rhein in fünf Haltungen eingetheilt, deren jede von einer Stauanlage abgeschlossen wird. Die einzelnen Stauanlagen liegen: dicht unterhalb Frankfurt (Stat. km 7,363), bei Höchst (Stat. km 14,490), bei Okriftel (Stat. km 20,835), bei Flörsheim (Stat. km 28,125) und bei Kostheim (Stat. km 36,705); nach diesen Orten sind auch die Haltungen sowie die Stauanlagen benannt.

Der Flufs hat vom Anfang des Schleusen-Obercanals bei Frankfurt bis zum Rhein eine Länge von rund 33 km. Das Gefälle des Mains beträgt auf der canalisirten Strecke 10,4 m. Aus folgender Zusammenstellung sind die Stauspiegelhöhen sowie die Vertheilung der Gefälle auf die einzelnen Haltungen ersichtlich:

Stauanlage bei	Länge der Haltung m	Ordinate des Oberwassers	Daher Gefälle der Haltung m
Frankfurt	7127	+ 92,30*)	2,70
Höchst	6345	+ 89,60	1,80
Okriftel	7290	+ 87,80	1,80
Flörsheim	8580	+ 86,00	1,80
Kostheim	bis zum Rhein 3295	+ 84,20	2,30 i. M.

Das Gefälle der Stauanlage bei Kostheim ist veränderlich je nach den wechselnden Wasserständen des Rheins. Bei dem kleinsten gemittelten Fahrwasserstande von 1,50 m am Pegel bei Köln, — 1,25 m am Pegel bei Bingen, — 1,25 m am Fahrpegel bei Mainz, beträgt dies Gefälle 2,7 m und ist schon bei einem Wasserstande von 3,5 m am Fahrpegel bei Mainz soweit aufgehoben, dafs die Schiffe durch den Schiffsdurchlafs geleitet werden können. Der Unterdrempel der Kostheimer Schleuse liegt 0,77 m unter dem Nullpunkt des Mainzer Fahrpegels, welcher die Fahrtiefe der Rheinstrecke zwischen Bingen und Mainz anzuzeigen bestimmt ist.

Bei diesen Höhenzahlen ist die Annahme gemacht worden, dafs die einzelnen Haltungen gestaut eine wagerechte Oberfläche haben, was in Wirklichkeit niemals der Fall ist, da auf jeder Haltung ein je nach der Gröfse des Zuflusses der Main-Wassermassen wechselndes Gefälle von einer Stauanlage zur andern sich einstellt. Diese Gefälle haben nach stattgehabten Messungen im gestauten Main betragen:

1. bei einem Wasserstande im Main, welcher einem Pegelstand von 1,01 m am Frankfurter Staatspegel entspricht (Niedrigwasser), am 6. November 1886 der Reihe nach an den Stauanlagen vom Unterwasser bei Frankfurt an: 0,18, 0,11, 0,19 und 0,13 im Unterwasser von Flörsheim.

Das Unterwasser bei Kostheim hängt von den Wasserständen des Rheines ab;

2. bei einem Wasserstande im Main, entsprechend einem Pegelstand von 1,25 m F. P. der Reihe nach wie vor am 29. April 1887: 0,30. 0,25, 0,25 und 0,16.

Es tritt infolge dessen niemals der ganze vorgesehene Höhenunterschied zwischen Ober- und Unterwasser auf einer Haltung ein.

Zu jeder Stauanlage gehören, vom linken nach dem rechten Ufer aufgeführt, die Schleuse, der Fischpafs, das Nadelwehr und die Flofsrinne mit ihrem Verschlufs, dem Trommelwehr. Von dieser Anordnung weicht nur die Haltung Frankfurt insofern ab, als das Wehr nicht dicht neben der Schleuse, sondern 330 m weiter oberhalb, unweit der neuen Staatseisenbahnbrücke liegt, wie der Lageplan auf Seite 21/22 zeigt.

Die mehr regelrechte Anlage, wie sie bei den übrigen vier Haltungen angewandt ist, zeigt der daselbst gezeichnete Lageplan der Haltung Okriftel.

Die Bauwerke der einzelnen Stauanlagen sind möglichst einheitlich gehalten, doch machten verschiedene örtliche Nebenumstände in den einzelnen Theilen Abweichungen von nicht wesentlicher Bedeutung nöthig, welche bei den einzelnen Bauten Erwähnung finden sollen.

Zwischen den Stauanlagen ist in dem Mainbett an den Stellen, wo dasselbe nicht tief genug war, die nöthige Tiefe künstlich hergestellt worden.

An keiner Stelle war es nöthig, Durchstiche im Main zu machen, weil keine der vorhandenen Krümmungen der Schiffahrt hinderlich ist.

Die angelegte Sohle des Flusses hat in den Staustrecken ein Gefälle von 1 : 15000. Dieses Gefälle beginnt unterhalb jedes Schleusen-Untercanals und geht gleichmäfsig durch bis zur nächsten Stauanlage.

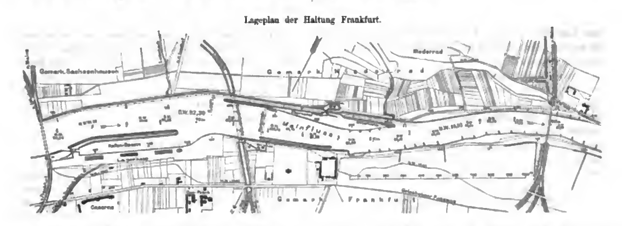
Die Drempel der Schleusen sind so angeordnet, dafs sie 2,5 m unter dem ins Auge gefafsten wagerechten Wasserspiegel der einzelnen Haltungen liegen. Die gewählte Höhenlage dieser

*) Die angegebenen Ordinaten sind die beim Bau eingeführten, auf Amsterdamer Null bezogenen. Die Umwandlung auf Normal-Null ist mit Rücksicht auf die Vorverhandlungen unterblieben.

Bauwerke gestattet also, die Wassertiefe der ganzen canalisirten Mainstrecke, wenn erforderlich, auf 2,5 m zu bringen.

Hinter jedem Untercanal steigt die Sohle auf eine Strecke von 20 bis 80 m Länge um 0,5 m an und von hier, dem höchsten Punkte der Sohle auf der betreffenden Haltung, beginnt das schon erwähnte Gefälle von 1 : 15000 bis zur nächstunteren Schleuse. Es ist so ermöglicht, dafs Schiffe bis zu 2 m Einsenkung fahren können.

Lageplan der Haltung Frankfurt.



Die Sohle des Mainbettes besteht meist aus scharfem Sand und Kies mit kleinen und vielen grofsen Steinen untermischt; an einer Stelle, dicht unterhalb der Stadt Frankfurt, hat sich Fels (kugeliger Basalt) gefunden. Auch ist auf einzelnen Strecken fester Letten und Thon zum Vorschein gekommen, sodafs im allgemeinen der Boden als für die Bauten der Canalisirung sehr günstig bezeichnet werden kann. Flug- oder Triebsand findet sich nur auf der untersten Strecke vom Kostheimer Wehr bis zum Rhein.

Lageplan der Haltung Okriftel.

Ueber die bei den Bauten der Maincanalisirung angewandten Baustoffe sei hier noch angeführt, dafs die Gründung theils aus Trafs-, theils aus Cementbeton, sämtliches Mauerwerk aus Sandbruchsteinen mit Moëllonverkleidung, die Ecken der Bauwerke, die Dammfalze, Leiternischen, sowie die Abdeckung der Rücken der Nadel- und Trommelwehre aus Sandsteinquadern hergestellt sind. Der Sandstein ist theils vom Obermain (Spessart), theils aus der bayerischen Pfalz (Hochstetten, Landstuhl) bezogen. Die Drempel- und Wendenischen der Thore, sowie einzelne vielbetretene Abdeckplatten der Schleusen bestehen aus Basaltlava von Niedermendig und Oberhessen (Lollar bei Giessen).

Der 4 m breite Leinpfad befindet sich durchweg auf dem linken Ufer.

Weitere Einzelheiten sind in den für den dienstlichen Gebrauch vervielfältigten Einzelbeschreibungen und Inventarienzeichnungen mitgetheilt.

2. Die Schleusenanlagen mit den Schleusencanälen.

(Blatt 15.)

Die Schleusen sind am linken Ufer im gewachsenen Boden erbaut. Es hat sich so die Anlage mehr oder weniger langer Schleusencanäle ergeben. Die Länge dieser Schleusencanäle beträgt in Frankfurt 870 m, in Höchst 400 m, in Okriftel 470 m, in Flörsheim 410 m und in Kostheim 1300 m.

Bei sämtlichen Schleusen fallen Canal- und Schleusenachse nicht zusammen, sondern sie sind gleichlaufend so zu einander verschoben, dafs die linke Kante der Canalsohle in die Vorderfläche der entsprechenden Schleusenmauer fällt. Die Schleusenachse liegt daher 4,75 m landwärts von der Canalachse entfernt. Die derart entstehende seitlich verschobene Lage des Canals zur Schleuse gestattet den ein- und auslaufenden Schiffen, in gerader Richtung weiter zu fahren, während etwa wartende Fahrzeuge zur Seite im Canal liegen bleiben.

Die Schleusen sind 10,5 m i. l. breit und 85 m von Drempelspitze zu Drempelspitze lang. Die Gröfse genügt, um Schiffen bis zu 20000 Centnern (1000 Tonnen) Tragfähigkeit den Durchgang zu gewähren. Die Neigung der Drempel beträgt 1 : 6.

Die Füllung der Kammer geschieht sowohl durch die in den hölzernen Thoren befindlichen, senkrecht beweglichen Thorschützen, wie auch durch Umläufe, welche, 1,3 m breit und rund 2,2 m hoch, durch ein um eine senkrechte eiserne Achse sich bewegendes Drehschütz geschlossen sind. Die Drehschütze sind aus Eisenblech zusammengenietet und so hergestellt, dafs sie behufs erforderlicher Ausbesserungen, Reinigungen usw. nach Entfernung ihrer Achse und des besonders zweckentsprechend eingerichteten eigenartigen Spurlagers seitlich herausgenommen werden können. Das Umlauf-Drehschütz ist auf Bl. 15, Abb. 16 bis 24, in seinen einzelnen Theilen dargestellt.

Zur Bewegung des Drehschützes sowohl wie der hölzernen Schleusenthore (Bl. 15, Abb. 12 bis 15) dient die auf Bl. 15, Abb. 25 bis 39 dargestellte Winde. Dieselbe enthält eine einfache Zahnradübersetzung. Das Drehschütz wird durch einen

Zahnradquadranten, das Thor durch eine Zahnstange in Bewegung gesetzt.

Sämtliche Winden und sonstige Theile der Schleusen, welche unter Hochwasser kommen können, also die Winden für die Umlaufschütze und die Thore, sowie die Thorschützwinden mit ihrem Gestell und die Handgeländer auf den Thoren sämtlicher Unterhäupter und auch des Oberhauptes in Flörsheim, sind so eingerichtet, dafs sie bei eintretenden Hochwassern abgenommen werden können.

Geringe Abweichungen von der auf Bl. 15 dargestellten Kostheimer Schleuse zeigen diejenigen zu Okriftel und Flörsheim. Jene hat zwar noch hochwasserfreie Oberhäupter erhalten, jedoch ist an dem rechten Oberhaupte die bei den anderen angelegte Rampe, wie aus dem Lageplan auch zu ersehen, fortgefallen und eine Treppe dafür angelegt. In Flörsheim sind die Oberhäupter nicht bis über Hochwasser gebaut. An beiden Stellen war die örtliche Verengung des Hochwasserprofils der Grund für diese Mafsnahmen.

Aufser den vier Schleusenumläufen und den Thorschützen, welche jetzt schon beim Füllen und Leeren der Schleuse in Thätigkeit treten können, ist an jeder Schleuse noch eine fernere Verbindung zwischen Ober- und Unterwasser vorbereitet, welche dazu dienen soll, auch für den Fall die Schleuse mit füllen zu helfen, wenn es später durch gesteigerten Verkehr sich nothwendig zeigen sollte, den Schleusen eine gröfsere Länge, also eine gröfsere Leistungsfähigkeit, hauptsächlich zum Durchlassen gröfserer Schleppzüge an der Kette oder hinter freifahrenden Dampfern, zu geben. Es ist deshalb die Ausführung zweiter Unterhäupter unterhalb der Schleusen in Aussicht genommen, wonach die Schleusenkammer alsdann eine nutzbare Länge von 350 m erhält. Dieses zweite Unterhaupt ist in den oben im Text eingefügten Lageplänen von Frankfurt und Okriftel angedeutet.

Die fernere Verbindung zwischen Ober- und Unterwasser, welche oben erwähnt wurde, ist vorläufig nur bei ihrer Ausmündung in die spätere Schleusenkammer im Mauerwerk der Schleuse angelegt. Der Grundrifs und die Schnitte der Schleuse auf Bl. 15 zeigen diesen Anbau, welcher am rechten Unterhaupt sämtlicher Schleusen angebracht und bis auf weiteres an seinem hinteren Ende vermauert ist. Im Bedarfsfalle ist dann dieser Zulaufcanal nach rückwärts bis zur Einmündung in das Oberwasser zu verlängern.

Eine Berechnung der Füllungszeit der späteren grofsen Schleuse hat je nach den Gefällen der einzelnen Haltungen von 1,8 bis 2,7 m eine Zeit von 10 bis $12^1/_2$ Minuten ergeben. Da jedoch sämtliche Oeffnungen zum Einlassen des Wassers nicht, wie in jener Berechnung angenommen war, zugleich plötzlich geöffnet werden können, so dürfte in Wirklichkeit alsdann eine Füllungszeit von 15 bis 18 Minuten eintreten, während die Füllung der Schleusen in ihrer jetzigen Gestalt 4 bis 5 Minuten erfordert.

Schliefslich sei hier noch hinzugefügt, dafs für die im Main von Mainz bis nach Aschaffenburg hinauf gelegte Kette der Actiengesellschaft „Mainkette" in Mainz in den Thoren sowohl, wie in den Drempeln Ausschnitte bezw. Rinnen angelegt sind; die Ausschnitte in den Thoren sind, wie auf Bl. 15 Abb. 13 darstellt, 10×12 cm, die Rinnen in den Drempeln 10×10 cm grofs. Weitere Vorkehrungen zur Führung der Kette in die richtige Lagerung sind nicht angebracht und haben sich nunmehr im Betriebe auch nicht als nöthig herausgestellt. Jeder Kettendampfer bemüht sich, beim Durchfahren der Schleusen möglichst die Mitte zu halten; falls sich die Kette nicht genau über ihrem Platze befindet, so wird sie durch geeignete Bewegung der Thore beim Zumachen an ihre Stelle gebracht.

Die Schleusen-Ober- und Untercanäle sind in der Sohle 20 m breit, sämtliche Böschungen $1^1/_2$ fach angelegt. In der Höhe des Stauspiegels befindet sich eine 1 m breite Berme. Die Böschungen sind, soweit sie unter Wasser liegen, mit einer Abpflasterung bezw. Steinpackung, die Trennungsdämme sonst nur mit Rasen versehen, dicht an den Schleusen jedoch und in den Vorköpfen ganz gepflastert.

3. Die Nadelwehre.

(Blatt 16.)

Die Nadelwehre liegen sämtlich, wie schon oben berührt, mit Ausnahme der Haltung Frankfurt, neben den Schleusen, und zwar neben deren Unterhaupt. Sie sind nur durch eine ebene Fläche des Trennungsdammes von 25 bis 30 m Breite von der Schleuse getrennt. Je nach den verschiedenen Fluthprofilen der einzelnen Baustellen haben sie eine verschiedene Anzahl von Oeffnungen von ebenfalls wechselnder Breite erhalten. Die lichten Weiten der einzelnen Oeffnungen der Nadelwehre betragen der Reihe nach von links nach rechts:

in Frankfurt 43,4, 43,4, 47 und 26,6 m (vier Oeffnungen),
in Höchst 59 und 59 m (zwei Oeffnungen),
in Okriftel 54,2 und 54,2 m (zwei Oeffnungen),
in Flörsheim 54,2, 55,4 und 54,2 m (drei Oeffnungen),
in Kostheim 59 und 59 m (zwei Oeffnungen).

In Frankfurt ist die Stellung der Pfeiler nach der Stellung derjenigen der dicht oberhalb liegenden neuen Staatseisenbahnbrücke gewählt worden (siehe den Lageplan auf Seite 21).

Von diesen Oeffnungen sind der Reihe der Haltungen nach, ebenso von links nach rechts gezählt, die dritte, zweite, zweite, zweite und erste als Schiffsdurchlässe ausgebildet, welche dazu bestimmt sind, bei niedrigem Wasser und niedergelegtem Wehr für den Fall von Ausbesserungen an der Schleuse den Schiffen immer noch eine Wassertiefe zu bieten, welche wenigstens der alten Mainfahrtiefe vor der Canalisirung von 0,9 m entspricht. Sie sind aber auch dazu bestimmt, bei höheren Wassern, bei welchen die Wehre schon haben gelegt werden müssen, die Schiffahrt aber noch im Gange ist, den Fahrzeugen als Durchfahrt zu dienen. Dieselben brauchen dann nicht die Schleusen zu benutzen.

Die bezüglichen Oeffnungen werden, wenn sie den Schiffen zur Fahrt offen stehen, durch Fahrzeichen (Körbe), welche auf den beiderseitigen Pfeilern aufgesteckt sind, kenntlich gemacht. Sämtliche andere Oeffnungen der Nadelwehre, die Fluthöffnungen, liegen mit ihrer Sohle 0,6 m höher als die Schiffsdurchlässe, theils ungefähr in der Sohle des Flusses, theils etwas höher.

Bei der Anordnung der Nadelwehre mit allen ihren Theilen haben die Anlagen an der Maas in Belgien als Vorbild gedient. Nicht allein ist die Veröffentlichung von Martial Hans, Mémoire sur les traveaux de Canalisation de la Meuse (Deutsch von E. Düsing, Verlag von Bergmann, Wiesbaden 1885) benutzt worden, sondern es haben auch verschiedene von den ausführenden Baubeamten die belgischen Bauten besucht und zum

Zweck der Verwerthung jener Einrichtungen bei der Maincanalisirung eingehend durchforscht.

Die Gründung der Nadelwehre ist in Trafs- und Cement-Beton zwischen Spundwänden erfolgt, auf welchem die Sandsteinquader aufgebracht sind. Nach dem Beispiele der belgischen Ausführungen sind durch den Mauerkörper in Entfernungen von 2,4 m von einander, immer in der Mitte zwischen zwei Böcken, Queranker eingezogen, wie aus den Abbildungen auf Blatt 16 zu ersehen.

Die Pfeiler haben die ungefähre Höhe des höchsten schiffbaren Wasserstandes erhalten.

Die auf Blatt 16 dargestellten Nadelwehrböcke, aus Volleisen bestehend, sind von Unter- bis Oberkante der entsprechenden wagerechten Stangen 3,37 m (in den Fluthöffnungen) bezw. 3,97 m (im Schiffsdurchlafs) hoch und stehen von Mitte zu Mitte 1,2 m entfernt. Ihre gegenseitige Verbindung, wenn sie fertig aufgestellt sind, ist eine doppelte; einmal führt von einem Bock zum andern eine bewegliche Eisenstange, an welche sich die Nadeln legen, und zweitens führt über das Ganze eine Brücke, welche aus lauter einzelnen Tafeln besteht, deren jede immer an einem Bock befestigt ist und den nächsten an seiner obersten Stange mit geisfufsartigen Klauen fafst. Zur Sicherung gegen Abheben dieser Verbindung wird noch ein an einem kleinen Kettchen hängender Vorstecker benutzt, wie Abb. 11 und 13 auf Blatt 16 zeigen.

In den Abb. 9 bis 13 auf Blatt 16 ist ein Wehrbock der Fluthöffnungen dargestellt. Die Böcke des Schiffsdurchlasses unterscheiden sich von diesen nur dadurch, dafs einzelne Theile an ihnen stärker und länger angenommen sind. Bei niedergelegtem Wehr befinden sich die Böcke hinter einem Absatz in den Sandsteinen des Wehrrückens (Abb. 22) von 0,4 m Höhe. Die Anlage einer Nische ist, wie in Belgien, vermieden worden, um Sinkstoffen möglichst wenig Gelegenheit zu geben, sich dort abzulagern. Die Einrichtung hat sich auch insofern vollständig bewährt, als zwar Ablagerungen nicht ganz vermieden werden, jedoch so unbedeutend sind, dafs sie überhaupt erwähnenswerthe Nachtheile nicht bringen. Die Böcke haben bereits verschiedene Male gelegen, aber es haben die Ablagerungen (hauptsächlich feiner Kies, auch einzelne Steine) beim Aufrichten derselben mittels der in Abb. 21 dargestellten Winde sich von selbst entfernt.

Ein wesentlicher Bestandtheil der Wehrböcke nach belgischem Muster ist die „Auslösung Kummer". Dieselbe ermöglicht, ein Spiel Nadeln (sämtliche zwischen zwei nebeneinander stehenden Böcken eingesetzte Nadeln) mit einem Male zu entfernen und so das Feld für den Wasserlauf plötzlich frei zu machen. Es wird öfter nöthig, so rasch als möglich die Wehre zu beseitigen, wenn nicht bedeutende Ueberschwemmungen der oberhalb gelegenen Ländereien und infolge davon Durchbrüche und sonstige Schäden verursacht werden sollen. Wenn dies durch das wegen des hohen Wasserdruckes schwierige und zeitraubende Entfernen jeder einzelnen Nadel geschehen sollte, so wäre eine geraume Zeit erforderlich, bis eine einigermafsen wirksame Oeffnung dem Wasserlauf frei stände. Die Kummersche Vorrichtung, die diesen Uebelstand beseitigt, besteht darin, dafs die schon oben erwähnte bewegliche Eisenstange, welche, in einem Gelenk mit senkrechter Achse am Bock drehbar, je zwei Böcke verbindet, und gegen welche sich die Nadeln anlehnen, ihres Haltes am freien Ende beraubt wird und flufsabwärts wagerecht durchschlägt, bis sie am Bock, an dem sie befestigt ist, anliegt. Die Nadeln haben so ihren Stützpunkt oben verloren und werden vom Wasserstrom fortgerissen; sie sind jedoch an längeren Leinen, welche durch die an ihrem Kopfe befindlichen Oesen gezogen sind, befestigt und werden dann unterhalb des Wehres emporgezogen. Jenes Freimachen des Endes der beweglichen Stange geschieht dadurch, dafs ein in einer Hülse beweglicher Bolzen um 90° gedreht wird und das Ende der Stange dann an sich vorbei durchschlagen läfst. Der Bolzen aus Rundeisen von 50 mm Durchmesser ist nämlich an der Stelle, an welcher das Ende der Stange einschlägt, geschwächt und zwar so, dafs von seinem, übrigens kreisförmigen Querschnitt die halbe Fläche entfernt ist. Die Länge, auf welche dies geschehen, entspricht der Höhe des Endes der beweglichen Stange. Auf Blatt 16 ist dieser Bolzen besonders dargestellt. Bei der einen Stellung des Bolzens nun legt sich das Ende der Stange gegen die durch jene Abarbeitung entstandene Fläche des Drehbolzens, in der andern, um 90° gedrehten, stellt sich diese Fläche senkrecht zu ihrer früheren Lage und giebt das Stangenende frei. Die Bewegung des Bolzens geschieht durch einen einfachen Stockschlüssel, der auf den vierkantigen Kopf des Bolzens aufgesetzt wird.

An den beiderseitigen Pfeilern jeder Nadelwehröffnung sind Blindböcke angebracht, welche dem verschiedenen Zweck der beiden Seiten entsprechen, nämlich einerseits zur Befestigung der ersten Brückentafel und der ersten beweglichen Stange zu dienen, unter welcher beim Niederlegen der erste Bock durchschlägt, und andererseits die letzte Brückentafel und die letzte bewegliche Stange aufzunehmen, welche vom letzten Bock aus am Pfeiler zu befestigen sind.

Zum Aufrichten und Niederlegen der Böcke wird eine nach Abb. 21 angeordnete Winde benutzt, welche in Thätigkeit nach rückwärts mittels Carabinerhakens an den vorhergehenden Bock bezw. an einen auf dem Pfeiler befindlichen Ring befestigt wird und mit ihren Klauen am Fufs auf einem Bock steht. Hierbei sei hinzugefügt, dafs sämtliche Böcke bei den vier unteren Haltungen nach links, in Frankfurt jedoch nach rechts sich umlegen. Auch ist hier wegen der Entfernung der Wehre von der Schleuse für die ersteren ein besonderer Wärter vorgesehen, welcher auf dem rechten Ufer wohnt und daher von da aus die Wehre zu betreten und zu handhaben hat, während diese in allen übrigen Haltungen zugleich von den auf dem linken Ufer wohnenden Schleusenmeistern bedient werden.

In Abb. 14 und 15 auf Blatt 16 sind die Lager für die Böcke dargestellt. Während für das Hinterlager die belgische Form im allgemeinen beibehalten ist, wurde für das Vorderlager das Vorbild an der Saar benutzt. Es erschien dies Lager, da von der Anwendung einer hölzernen Anschlagschwelle für die Nadeln am Main abgesehen wurde, wie sie an der Maas eingeführt ist, zweckentsprechender. Der durch den 0,80 m starken Werkstein gehende Lageranker ist durch ein vorher durchgebohrtes, entsprechend weites Loch im Stein durchgesteckt und dann mit Cement vergossen. Im Hinterlager wird behufs Herausnahme oder Einbringens der Böcke der wagerechte Keil nach Entfernung des Vorsteckers herausgezogen. Der untere Anschlag für die Nadeln ist durch ein Winkeleisen gebildet, welches in den Sandstein eingelassen und mittels Steinbolzen am oberen Schenkel befestigt ist. Zur Vermeidung gröfserer

Abnutzung an der Anschlagstelle hat die Nadel einen kleinen Blechbeschlag erhalten.

Zum sicheren Betreten der Brückentafeln auf den Böcken ist über die ganzen Nadelwehre ein einseitiges abnehmbares Geländer, dessen Handgriff aus einem Drahtseil besteht, nach Blatt 16, Abb. 23 bis 26 ausgeführt. Die Einrichtung hat sich als durchaus zweckentsprechend erwiesen. Die jetzt noch am Main beschäftigten Baubeamten haben öfter Gelegenheit zu beobachten, wie von Personen, welche die Brücke ohne Geländer nicht zu betreten wagten, dieselbe mit Geländer mit großer Sicherheit überschritten wird.

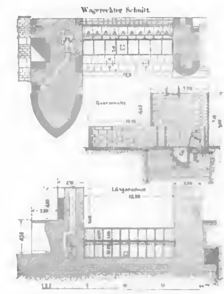
Die Verbindung je zweier nebeneinander befindlichen Nadelwehrböcke mittels Kette, sodafs alle Böcke untereinander zusammenhängen und von Pfeiler zu Pfeiler sozusagen nur eine Kette bilden, darf als bekannt vorausgesetzt werden. Die Ketten sind in der Zeichnung angedeutet. Der letzte Bock legt sich in eine im Pfeiler ausgesparte Nische; um diese nicht zu tief machen zu müssen, ist der Bock mit seiner Achse 1,5 m vom Pfeiler entfernt aufgestellt.

Für die Nadeln selbst ist, auf Grund angestellter eingehender Versuche mit verschiedenen in der Gegend zu Gebote stehenden Holzarten, Tannenkrenzholz aus dem Schwarzwald gewählt. Das Einheitsgewicht desselben wurde auf 0,469 bis 0,539 festgestellt; eine grofse Nadel wiegt rund 20, eine kleine 15 kg; die Nadeln sogen, nachdem sie sieben Tage unter Wasser gelegen hatten, mit 1 l Holz 0,125 l Wasser auf. Ihr Querschnitt ist nicht der gleiche auf die ganze Länge derselben; er ist in der Mitte gröfser und nimmt nach den Enden zu ab. Die Ermittlung dieser verschiedenen Querschnitte geschah zeichnerisch nach Auftragung der Angriffs- und Widerstandsmomente. Die Nadeln haben einen einmaligen Anstrich von Carbolineum Avenarius erhalten.

4. Die Flofsrinnen und die Trommelwehre.
(Blatt 17.)

Die zum Durchlassen der nur zu Thal fahrenden Flöfse bestimmten Flofsrinnen am rechten Mainufer sind so angelegt, dafs die Flöfse in ihnen 0,9 m Wasser finden. Die Länge der Rinnen ist hiernach durch Berechnung nach Rühlmann bestimmt. Dieselbe hat sich auf den fünf Haltungen, von Frankfurt an, der Reihe nach ergeben zu 400, 200, 200, 200 und 280 m. Das Gefälle der Sohlen derselben beträgt im allgemeinen 1 : 200. Die Sohlbreite ist 12 m, die Böschungen sind an dem Damm, welcher die Flofsrinne von dem Unterwasser der Nadelwehre trennt und mit seiner Krone dicht am Flofsrinnenpfeiler 0,5 m höher als das Oberwasser der Stauanlage liegt, sowie am Lande rechts mit 1 : 1 angelegt. Sämtliche Böschungen, die Krone des Trennungsdammes, sowie die Sohle der Rinne sind gepflastert, wie Blatt 17 zeigt; die letztere ist noch durch eingerammte Pfähle, an denen quer durch die Sohle gezogene Schwellen angebolzt sind, gegen Verschiebung gesichert. Die Fugen des Pflasters wurden mit Kalk-Cementmörtel vergossen. Die Kronen jener Trennungsdämme haben bis nach ihrem Ende hin ein Gefälle von 1 : 150 bis 1 : 180 erhalten.

Die am Anfang der Flofsrinne angelegten Pfeiler sind über Hochwasser geführt, und zwar hat der untere Theil des Strompfeilers die grofse Breite von 7 m erhalten, um die verschiedenen Vorrichtungen für die Bewegung des Trommelwehres aufzunehmen; in dieser Stärke ist er bis auf die Höhe der Strompfeiler der Nadelwehre hoch geführt. Die Fortsetzung der Pfeiler nach oben ist aus kleineren aufgebauten Pfeilern gebildet, wie auf Blatt 16 dargestellt. Auf diesen Pfeilern ist eine kleine eiserne Brücke erbaut, die dem Wehrmeister und den Arbeitern, welche die Wehre bedienen, den Verkehr über sämtliche Wehre und von einem Mainufer zum andern ermöglicht. An den Pfeilern führen kleine Treppen herab. Nur auf Haltung Frankfurt ist, da hier für das Wehr ein besonders hochwasserfrei belegenes Wärtergehöft auf dem rechten Ufer eingerichtet ist, bis zum Lande vom letzten Flofsrinnenpfeiler aus noch ein kleiner eiserner Anschlufssteg über die Böschung der hohen Anschüttung hinüber erbaut, sodafs hier der Wehrmeister, ohne eine Treppe ersteigen zu müssen, über diesen Steg auf die Flofsrinnenpfeiler gelangt.



Flofsrinnenverschlufs mit den anliegenden Pfeilern.

Die Oeffnung zwischen den Pfeilern, welche dem Durchfahren der Flöfse dient und je nach Bedarf vollständig geschlossen werden, aber auch vor dem Durchkommen eines Flofses in möglichst kurzer Zeit vollständig freigemacht werden sollte, beträgt, der Sohle der Rinne entsprechend, 12 m. Es war von vornherein ins Auge gefafst worden, zu diesem Verschlufs ein Winkelschütz nach dem Patent der Ingenieure Nagel und Kämp in Hamburg, Patentschrift des Kaiserlichen Patentamts zu Berlin Nr. 717, zu verwenden. Dieser Gedanke lag um so näher, als im Obermain bei Schweinfurt von der genannten Firma ebenfalls zum Verschlufs der dort erbauten Flofsrinne eine solche Anlage im Jahre 1873 für die Königlich bayerische Regierung gemacht und seither zur Zufriedenheit in Thätigkeit gewesen ist. Auf eine vorläufige, dem Königlich preufsischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten eingereichte Bearbeitung der Verschlüsse der Main-Flofsrinnen mittels dieses Winkelschützes erfolgte jedoch seitens der Abtheilung für Bauwesen im genannten Ministerium die Entscheidung, ausgesprochen in dem „Technischen Gutachten, betreffend die Verschlüsse der Flofsrinnen bei der Main-Canalisation“ vom 10. Juli

1884, dahin, dafs das Desfontaines'sche, durch Mohr in Charlottenburg verbesserte Trommelwehr in Anwendung zu bringen sei.

Den ganzen Inhalt dieses, für den Bau ebenso wichtigen wie werthvollen Gutachtens hier wiederzugeben, würde zu weit führen. Es sei nur hervorgehoben, dafs in demselben ein Hauptgewicht darauf gelegt ist, dafs das Winkelschütz in Schweinfurt einer Nachhülfe insofern bedurft hat, als zur Herstellung der bei den verschiedenen Stellungen nöthigen Gleichgewichtslagen Gewichte, welche beiderseits über Rollen geführt sind, angebracht werden mufsten, während die Klappe des Trommelwehrs in jeder Lage sich im Gleichgewicht befinde und bei jedem Wasserstandsunterschiede gut in Thätigkeit trete. Ferner seien zum Feststellen jenes Winkelschützes in tiefster und höchster Stellung Verriegelungen angebracht, welche beim Trommelwehr nicht nöthig seien.

So ist denn der Entwurf der Trommelwehre des Mains entstanden, wie er auf Blatt 17 dargestellt worden ist, und zwar unter Anlehnung an die bisherigen ähnlichen Ausführungen in Deutschland, bei Tarnowke in der Küddow in Westpreufsen und bei Charlottenburg in der Spree vom damaligen Wasser-Bauinspector Mohr in Thiergartenschleuse, sowie an die Pläne einer ähnlichen Anlage, welche im Jahre 1883 zur Erbauung eines Winterhafens im oberen Mühlgraben bei Oppeln von Seiten der Oder-Strom-Baudirection ausgearbeitet waren.

Es sollen an dieser Stelle unter Hinweisung auf die Veröffentlichung des seiner Zeit ebenfalls von Mohr erbauten Tarnowker Wehres (vergl. auch Centralblatt der Bauverwaltung, Jahrg. 1882, S. 346) und der Charlottenburger Bauten in d. Zeitschr. für Bauwesen (Jahrg. 1886, S. 338, Bl. 31 u. 32) nur die Abweichungen von den früher angewandten Einrichtungen, welche beim Main zur Ergänzung oder Verbesserung angeordnet sind, aufgeführt werden.

Während die Trommelwehrklappe in Tarnowke 5,20 m, in Charlottenburg schon 10 m breit ausgeführt ist, wurde beim Main dazu geschritten, eine Klappe anzuwenden, welche die ganze, 12 m breite Durchflufsöffnung zwischen den Flofsrinnenpfeilern schliefst. Da dieselbe an jeder Seite, sowie unten mit dem anstofsenden Mauerwerk einen Spielraum von 15 mm erhalten hat, so ergiebt sich ihre wirkliche Breite zu $12 - 2 \cdot 0{,}015 = 11{,}97$ m.

Die Höhe des Oberwassers über dem Rücken der Flofsrinne ist bei der Berechnung der Flofsrinne auf 1,70 m festgestellt, da vorher nach Rühlmann (Hydromechanik S. 327) angestellte Versuchsberechnungen mit 1,50 und auch 1,60 m Tiefe des Wassers im Einlauf in die Flofsrinne zu grofse Längen der Rinne ergeben hatten. Hiernach ist die Länge des Oberarmes der Klappe unter fernerer Berücksichtigung der Annahme bestimmt, dafs die Oberkante desselben noch einige Centimeter über Oberwasser hervorragen sollte. Nach der Ausführung liegt diese Oberkante 6,5 cm über dem Stauspiegel des Oberwassers.

Die Länge des Unterarmes ist ferner unter Beachtung der Mafse an den Ausführungen bei Tarnowke und Charlottenburg, und mit Rücksicht auf nicht zu tiefe Gründung, sowie in der Absicht, eine gewisse Sicherheit des Betriebes durch die Einrichtung selbst von vornherein zu gewährleisten, in dem oben erwähnten technischen Gutachten auf 2,10 m bestimmt worden, eine um rund 20 cm gröfsere Länge, als der obere Arm erhalten hat.

Die Gestaltung des Unterarmes ferner ist, wie aus der Zeichnung auf Blatt 17 ersichtlich, eine andere wie die in Charlottenburg gewählte. Es ist ermöglicht worden, die früher angewandten zwei Knicke im Unterarm zu vermeiden, erstens dadurch, dafs die andersartige Ausbildung der Abdeckung der Vorderkammer am Main die Weglassung der beiden I Eisen unter der Decke gestattete, sodann dadurch, dafs die ganze Klappe in der Drehachse einen schwächeren Knick erhielt, infolge dessen bei liegender Klappe der Unterarm mit seinem Ende rund 0,60 m unter der Unterkante der Decke blieb und somit genügend Wandfläche für die über ihm noch in der Vorderkammer anzulegende Oeffnung für das Druckwasser zum Aufrichten, bezw. Abflufswasser zum Niederlegen des Wehres frei liefs.

Die sonstige Ausbildung der 1,15 m von Mitte zu Mitte entfernten Arme ist ähnlich wie in Charlottenburg aus Winkeleisen, Stehblech und gufseisernen Naben erfolgt. An den Seiten der Klappe ergaben sich zwei kleine Schlufsfelder von je 0,235 m Breite.

Die Ermittlung der verschiedenen Querschnitte jedes Armes ist durch Aufzeichnung der infolge der Beanspruchung durch Wasserdruck erforderlichen und der durch die Zusammensetzung der Eisen vorhandenen Widerstandsmomente erfolgt. Die Momente sind zuerst berechnet unter der Annahme von k (Beanspruchung des Eisens für 1 qcm) $= 1200$ kg, und dann aufgetragen; es wurde so untersucht, ob die Verjüngung der Arme nach den Enden zu gestattet sei, und auch, ob und wo die beiden nach hintenzu gelegenen Winkeleisen abzuschneiden waren. Die vier Winkeleisen des Unterarmes mufsten darnach bis zum unteren Ende durchgeführt werden, die Abschrägung war gestattet.

Die Einführung jener auf den ersten Blick hoch erscheinenden Beanspruchung von 1200 kg f. d. qcm erschien insofern gerechtfertigt, als einerseits die freie, gefährliche Lage (wenn die Klappe, ohne unten anzuliegen, frei schwebt) unter gröfstem Wasserdruck nur selten oder gar nicht vorkommt, und als andererseits, wenn die Klappe vielleicht einmal frei steht, ohne dafs es beabsichtigt wird, hieran gerade verminderter Wasserdruck schuld sein mufs, eine geringere Beanspruchung also vorhanden ist.

Beim Eintritt eines Hindernisses und dadurch verursachten Freistehen der Klappe ist selbstverständlich ein Anliegen des betreffenden Armes anzunehmen. Bei der Ausführung ist die Form der Unterarme jedoch noch eine andere geworden, wie Abb. 3 auf Blatt 17 zeigt, da der Maschinenbauanstalt bei Herstellung der Arme gestattet wurde, die Abschrägung fortzulassen und die Winkel, sowie das dazwischen liegende Flacheisen des Unterarmes bis zum Ende in der Form des vollen Walzquerschnitts durchgehen zu lassen. Als Ersatz für die Minderarbeit erklärten sich die Unternehmer mit der Nichtbezahlung der Eisentheile, welche durch die Abschrägung fortgefallen wären, einverstanden.

Eine weitere Abweichung von den früheren Ausführungen besteht darin, dafs die sämtlichen Achslager der Klappe unmittelbar auf dem Mauerwerk des Hinterbodens gelagert wurden und so der schwere, weit freitragende oder nach Charlottenburger Muster schräg gestützte Träger über die ganze Breite von 12 m fortfallen konnte. Nun ergab jedoch die Berechnung, dafs ein Steinmaterial gewählt werden mufste, welches für ge-

wöhnlich eine Bruchspannung von 12 kg auszuhalten hatte. Diese Spannung erschien indes zu hoch, um unbedenklich zu sein, und würde selbst einem viel festeren Stein als Sandstein kaum zugemuthet werden können. Zudem scheiterten auch angesponnene Unterhandlungen mit Unternehmern, welche derartig umfangreiche Steine aus Granit oder Basalt zu liefern im Stande waren, an den geforderten sehr hohen Preisen, welche wesentlich mit der äufserst mühsamen und kostspieligen Bearbeitung dieser, viele schräge Flächen, Einarbeitungen, Bolzenlöcher usw. enthaltenden Steine begründet wurden und für 1 cbm 160 bis 198 ℳ betrugen. Es wurde deshalb dazu geschritten, den Steinen eine Unterstützung möglichst nahe der Drehachse, also an der Vorderkante, zu geben. Diese Einrichtung ist auf Blatt 17, Abb. 5 bis 8, dargestellt. Die Stütze hat nach den zusammen gerechneten Gewichten der Wassermasse über dem Deckblech der Vorderkammer, den Gewichten der Lagertrommel und Klappe, sowie der in Betracht kommenden Theile der Abdeckung, der Lagertrommeln usw. sowie des Lagersteins selbst einen Druck von 9602 kg aufzunehmen.

Das erforderliche Trägheitsmoment ergiebt sich, wenn die Stütze an beiden Enden als lose angesehen wird, zu

$$J = \frac{P \cdot n \cdot l^2}{10 \cdot E} = \frac{9602 \cdot 5 \cdot 110^2}{10 \cdot 2000000} = 29{,}05 \text{ in cm.}$$

Es genügt schon ein ⊏Eisen D. N. Pr. Nr. 12 mit einem kleinsten Trägheitsmoment $J = 49{,}2$. Dasselbe ruht an beiden Enden in gufseisernen Schuhen, deren Grundflächen hinreichend grofs sind, um die Steine nicht zu stark zu belasten. Die Schuhe haben bei 0,48 m Länge eine Breite von 0,15 m erhalten, sodafs die Beanspruchung des Mauerwerks sich zu $\frac{9602}{48 \cdot 15} = 13{,}3$ kg für 1 qcm ergiebt.

Um die Stütze bei etwaigen Ausbesserungen leicht heraus nehmen zu können, sind den Schuhen nur einseitige Backen gegeben; es ist dann zu diesem Zweck nur das Lösen der unteren und oberen Schraube erforderlich. Um ferner gute Berührungsflächen zwischen Gufs- und Schmiedeeisen zu erhalten, ist der Steg etwas abgearbeitet, die Flanschen aber samt den entsprechenden Flächen der Schuhe sind abgehobelt und die unveränderte Stellung nur durch einen Bolzen durch den Steg und die Backe des Schuhes gesichert. Auf diese Weise sind sämtliche Tragesteine unmittelbar unterstützt. Gegen etwaiges Kippen der grofsen Lager sind noch 0,87 m von der Steinvorderkante nach dem Unterwasser zu grofse tiefgehende Anker angeordnet, welche die Lagerplatten an ihrem äufsersten Ende mit doppelten Schraubenmuttern fassen.

Die Anker haben nach der schon oben erwähnten einfachen Gewichts-Zusammenstellung ein Gegengewicht von 2542 kg aufzunehmen und müfsten also bei einer angenommenen $1\frac{1}{2}$fachen Sicherheit $1{,}5 \cdot 2542 = 3813$ kg tragen; also durch $\frac{3813}{2200}$ = rund 1,73 cbm Mauerwerk belastet werden. Um dies sicher zu erreichen, sind sie bis nahe zur Sohle der Hinterkammer herabgeführt worden. Hier sind sämtliche Anker, um genügende Angriffsflächen zu erhalten, durch ein mit kleinen Gufseisenblöcken ausgefüttertes ⊏Eisen gesteckt und mit zwei Splinten gespannt, sodafs sie leicht herausgenommen und nachgesehen oder erneuert werden können. Sie sind daher auch ohne jeden Ansatz vorgesehen und zum Schutz gegen Rosten verzinkt; ebenso sind das ⊏Eisen und sämtliche Keile verzinkt, da an alle diese Theile später schwer heranzukommen ist. Für das Antreiben oder Lösen der unteren Splinte sind kleine Nischen im Mauerwerk ausgespart (vergl. Blatt 17, Abb. 3 und 16).

Der Anker ist nach angestellter Rechnung mit 40 mm im Durchmesser genügend stark. Soll derselbe später ausgewechselt oder nachgesehen werden, so ist nur der längere Splint mittels eines durch dessen Auge gesteckten Schlüssels zu entfernen, hierauf die kleinere, mit Ansätzen versehene Einlage abzuheben und der glatt durchgehende Anker nach oben heraus zu ziehen.

Der Zwischenraum zwischen Mauerwerk und Anker ist auf die ganze Länge der letzteren mit einem Stoff ausgefüllt, der, anfangs flüssig, später mehr erhärtet, jedoch nicht so hart wird, dafs er ein Hindernifs beim Herausziehen der Anker wäre. Vor allem aber mufste er säurefrei sein. Als ein solcher Stoff wurde nach längeren Nachforschungen und Untersuchungen der verdickte Satz von Carbolineum Avenarius (Verfertiger Avenarius in Gaualgesheim a/Rhein) erkannt und angewandt; derselbe ist, etwas erhitzt, dünnflüssig und wird später stearinartig dick.

Der Kopf des Ankers ist durch zwei Gegenmuttern gebildet, die von oben leicht nachgezogen werden können, da der Hinterboden des Wehres bei kleinen Wasserständen nahezu wasserfrei wird. Mafsgebend für die Anordnung von Mutter und Gegenmutter ist dabei gewesen, dafs die Besorgnifs obgewaltet hat, ein angeschmiedeter Kopf könne nicht genügend mit dem Schaft verschweifst sein.

Um etwaige, auf die Drehachse vom Oberwasser herkommende Stöfse auf die Auflagersteine besser zu übertragen, ist den Lagerplatten aufser der vorderen Nase unten in der Mitte eine Leiste angegossen, welche sich in eine entsprechende Nuth des Auflagersteins legt.

Eine fernere Aenderung gegen die Anordnungen in Charlottenburg und Tarnowke liegt darin, dafs die früher die ganze Höhe der Klappe hinaufreichenden Wandkasten bei den Main-Wehren bedeutend verkleinert sind. Aus Abb. 9 bis 11 auf Blatt 17 ist ersichtlich, dafs die Wandkasten hier nur je 0,98 m hoch sind und, was besonders bemerkenswerth ist, durch Weglassen des oberen Anschlags sehr einfach geformt werden konnten. Die Befestigung geschieht durch vier Anker, welche in einer Länge von 1,1 m durch die Mauer hindurchgehen und an der entsprechenden Wand der Ventilkammer mit Splinten und Unterlagsplatten befestigt sind.

Wie eben schon angedeutet, ist der bisher stets angewandte seitliche Anschlag für den oberen Klappenarm als vollständig überflüssig weggelassen worden. Wenn die Klappe ganz aufgerichtet ist, so ist trotzdem nicht anzunehmen, dafs die Abdeckung des Oberarmes am vorgesehenen Anschlag anliegen wird, da bei den Drücken, welche in diesem Falle von vorn durch das Wasser auf die Klappe ausgeübt werden, die Arme der letzteren sich, wenn auch nur ganz unbedeutend, nach hinten durchbiegen werden, und der Oberarm daher den für ihn bestimmten Anschlag nie erreichen wird. In Charlottenburg ist der Anschlag ausgeführt, jedoch nach der Ausführung hier zuerst als überflüssig erkannt und damit eine nicht geringe Zahl kleiner Unzuträglichkeiten vermieden worden. Es durfte nämlich:

1. die Anschlagsleiste nicht in den lichten Raum von 12 m vorstehen und dadurch Veranlassung zum Anstofsen der

Flöfse geben; sie mufste also in das Mauerwerk eingelassen werden;

2. mufste infolge dessen die Trommelwehrklappe $12 + 2 \cdot 0,04 = 12,08$ m (statt jetzt 11,97 m) lang werden, wenn, nebenbei bemerkt, die Dicke der Leisten zu je 0,04 m angenommen ist;

3. wurde die Form des Wandkastens eine viel schwierigere, usw.

Für den Unterarm der Klappe ist jedoch ein Anschlag in der Art geschaffen worden, dafs die Seitenwände und die Sohle der Hinterkammer um 12 bis 13 cm vorgezogen sind und so das Mauerwerk den Anschlag bildet.

Alle Stellen der Klappe, welche am Mauerwerk anliegen können, sind mit Holz gefuttert. Es sind ferner an den unteren und seitlichen Rändern des unteren Klappenarmes Leder- oder Gummistreifen (jene auf drei, diese auf zwei Haltungen) von 7 mm Dicke angebracht, welche dicht über dem abgerundeten Boden und an den Seitenflächen der Vorderkammer schleifend sich bewegen und hierdurch einen möglichst wasserdichten Abschlufs der Vorderkammer herstellen. Welcher von diesen beiden Stoffen den Vorzug verdient, läfst sich wegen unzulänglicher Erfahrung noch nicht beurtheilen. Es scheint, als wenn Leder sich besser bewährt, da auf einer Haltung nach der Abdämmung gefunden wurde, dafs das angewandte Gummi sich wulstig zwischen Klappe und Mauerwerk klemmte, doch konnte nicht festgestellt werden, ob dies der Grund für einen erschwerenden Gang der Klappe war.

Es ist wesentlich, hier einen möglichst dichten Schlufs herzustellen, denn eine Annahme von nur 3 mm grofsem Spielraum ergiebt (bei einer Randlänge des unteren Armes von $12 + 2 \cdot 1,90 = 15,80$ = rund 16 m) $16 \cdot 0,003 = 0,048$ = rund 0,05 qm freien Querschnitt und, da die Zuflufscanäle $0,5 \cdot 0,5 = 0,25$ qm, die Ventilcanäle sogar nur $0,45 \cdot 0,45 = 0,203$ qm besitzen, einen Verlust von mindestens 25 pCt. des Querschnitts. Dies mufs nach Möglichkeit vermieden werden. Zu dem Ende sind auch die Löcher, mit welchen die Gummi- und Lederstreifen angebolzt sind, länglich rund geschlagen, damit die Streifen von Zeit zu Zeit vorgezogen werden können, wenn sie sich abgerieben haben.

Eine weitere Verbesserung ist bei den Mainwehren in dem glücklichen Umstande begründet gewesen, dafs guter Sandstein leicht und billig zu haben war. Die Bekleidung der Rundung der Vorderkammer mit einem Cementputz hat in Tarnowke sowohl, wie in Charlottenburg ganz erhebliche Schwierigkeiten gemacht und schliefst überdies nicht die Möglichkeit aus, dafs durch den äufseren Wasserdruck ein Stück Cementputz losgerissen und in eine der Kammern befördert wird, was jedenfalls eine Störung im Gange der Klappe zur Folge haben dürfte. Dies ist hier leicht dadurch vermieden worden, dafs nach dem Querschnitt Abb. 3 auf Blatt 17 entsprechend gestaltete Sandsteinquader eingemauert und dann abgearbeitet wurden. Zuletzt sind alle Flächen, um sie möglichst glatt herzustellen, mit Basaltstücken nafs abgerieben worden. Bei der Geübtheit der hiesigen Steinmetzen ging diese Arbeit rasch und leicht von statten.

Die aus Gufseisen bestehenden Naben der Lager haben ebenfalls gufseiserne Ansätze erhalten, welche mit den Winkeleisen möglichst fest verbolzt werden mufsten. Da nicht anzunehmen war, dafs die Gufseisentheile so genau gegossen und gearbeitet werden konnten, dafs sie überall wasserdicht an dem Schmiedeeisen anliegen, so sind die kleinen, nur einige Millimeter betragenden Zwischenräume mit einem Metall ausgegossen, welches, flüssig eingebracht, später möglichst hart wird und nicht schwindet. Hierzu ist eine Mischung von mehreren Metallen verwandt worden, welche von der ausführenden Maschinenbauanstalt erdacht und mit dem Namen „Weifsmetall" belegt ist. Die oberen Winkeleisen der Arme legen sich nun von selbst fest gegen die zwischen je einem oberen und einem unteren Winkeleisen liegenden gufseisernen Nabenstücke, welche den Druck sodann auf die Achsen übertragen. Werden nun in der Nullachse der Arme zwei, zugleich zur festen Verbindung beider Nabenhälften dienende Bolzen von 30 mm Stärke angebracht, so ist allen Anforderungen genügt. Da indessen auch dadurch die Einspannungsmomente der Klappenarme nicht ganz vermieden werden, so sind zur besseren Druckübertragung der Nabe noch kurze, zwischen die Winkeleisen greifende Ansätze gegeben, welche durch je einen Schraubenbolzen mit den Armen verbunden werden. Es wird dann das entstehende schädliche Moment, wenn nicht ganz vermieden, so doch in seiner Wirkung möglichst beschränkt. Die Verbindung der Nabentheile ist auf Blatt 17 in Abb. 3, 4 und 10 dargestellt.

Die Einlafsöffnung für das Wasser in die Hinterkammer befindet sich in der Nähe des rechtsseitigen Pfeilers in der Rückwand der Hinterkammer. Hiermit ist beabsichtigt, dafs bei Spülung der Kammer das durch diesen Einlafs eintretende Druckwasser vor seinem Austritt (in diesem Falle also durch die im Boden liegende Mündung des Spühlrohrs) die ganze Kammer durchströmen und alle Schlammtheile usw. mitnehmen soll. Zu dem Ende ist der Einführungscanal des Wassers in die Hinterkammer unter dem ganzen Hinterboden des Wehres hindurchgeführt, wie auf Blatt 17 aus dem Querschnitt Abb. 2 zu ersehen ist.

Eine Vergleichung der Momente, welche durch den Wasserdruck von unten auf die Abdecksteine dieses Canals und von oben durch das Gewicht dieser Steine in betreff Hochkantens um die hintere Kante sich ergeben, hat dargethan, dafs für 1 lfd. m infolge des Steingewichts ein Moment entsteht, welches um 31504 kgcm gröfser ist als das durch den Wasserdruck hervorgerufene. Eine besondere Verankerung der Steine ist daher unterblieben. Sämtliche Quader sind mit vollen Fugen versetzt und nicht blofs nachträglich vergossen worden.

Die Anordnung der Schlammrinne im Boden der Kammer, sowie in der Verlängerung der Richtung dieser Ausmündung des Spühlrohrcanals ist in der Zeichnung wohl genügend veranschaulicht.

An den beiden Enden der Arme sind hölzerne Anschlagleisten angebracht. Da dieselben jedoch nicht voll durchgehen können, weil die Arme selbst bis zum Ende des Bekleidungsbleches reichen, so wird letzteres zwischen den Armen am Saume nicht genügende Steifigkeit behalten. Es sind daher noch Winkeleisen an den Rändern des Bekleidungsbleches angebracht. Was endlich die Blechstärken für die Bekleidung betrifft, so ist für die äufsersten Fälle — dafs nämlich eine Haltung gestaut und die nächste bei niedrigem Wasser abgelassen ist — unter der Annahme, dafs das Blech als eingespannt anzusehen ist, ermittelt worden, dafs die unteren Klappenhälften bei Frankfurt und Kostheim eine Blechstärke von 11 mm, alle anderen Klappenhälften jedoch nur eine solche von 10 mm erfordern. Bei der Ausführung ist anstatt der 11 mm-

Bleche eine Verstärkung der 10 mm-Bleche mittels Winkeleisen vorgenommen worden.

In der Abdeckung der Vorderkammer sowohl, wie in der unteren Klappenhälfte befinden sich Mannlöcher, welche ein bequemes Betreten der Kammern ermöglichen. Aufserdem sind auf dem Hinterboden zwei länglichrunde Mann- und Lichtlöcher in den Lagersteinen angebracht, deren Einrichtung die Abb. 24 bis 26 auf Blatt 17 erläutern. Es ist hier allerdings nur das kleinere Mannloch dargestellt worden. Das gröfsere, ebenso gestaltet, unterscheidet sich von diesem nur dadurch, dafs es statt der Lichtmafse 400 und 300 mm solche von 600 und 400 mm erhalten hat. Durch das gröfsere Mannloch ist ein bequemes Einsteigen möglich, während das kleinere hauptsächlich zum Einlassen von Luft und Licht dienen soll.

Zum Ein- und Ausströmen der Luft in der Vorderkammer ist neben der Wassereinlafsöffnung in der Vorderkammer dicht unter der Abdeckung ein kreisrunder Luftcanal in beiden Pfeilern angelegt, der bis 0,4 m über das Oberwasser im Mauerwerk hochgeführt ist und hier ausmündet (siehe Abb. 3 auf Blatt 17).

Unter den bei der Bewegung der Trommelwehrklappe über dieselbe stürzenden Wassermassen bildet sich je nach der Stellung der Klappe ein wasserfreier Raum. In diesen mufs zeitweise Luft einströmen, aber auch aus ihm zeitweise austreten können. Hierzu sind ebenfalls in beiden Pfeilern Luftschächte von rechteckigem Querschnitt mit Oeffnungen nach aufsen vorgesehen, und zwar befinden sich in dem Raume, der hier in Betracht kommt, je vier Stück, welche sich nach oben zu kurz vor der oberen Ausmündung vereinigen. Die Anlage der vier Oeffnungen ist erfolgt, nachdem für mehrere Stellungen der Klappe die Unterflächen der überstürzenden Wasserstrahlen rechnerisch ermittelt und aufgezeichnet waren unter Zugrundelegung der Bedingung, dafs bei jeder Stellung der Klappe der wasserfreie Raum hinter derselben durch eine Oeffnung oder mindestens einen Theil derselben mit der äufseren Luft in Verbindung stehen sollte.

Die Anordnung der Canäle und Schächte, des Vierwegehahnes, der Drosselklappe im Spülrohr, der Bewegungsvorrichtungen für Ventil und Drosselklappe, sowie der aus einem Wellblech und einem glatten Blech bestehenden, gegen Abheben von unten gesicherten Abdeckung der Vorderkammer dürfte genügend deutlich aus den Zeichnungen auf Blatt 17, Abb. 12 bis 23, hervorgehen.

Zur Eindämmung der Anlage des Trommelwehres behufs Auspumpens zu Ausbesserungen usw. ist die in Abb. 27 bis 31 auf Blatt 16 wiedergegebene Dammbalken-Vorrichtung angeschafft worden. Die Einzelheiten gehen aus der Zeichnung hervor. Die Zu- und Ablaufcanäle werden mit einfachen Schützen an den Ausmündungen nach dem Nadelwehr ebenfalls zugestellt.

5. Die Fischpässe.

Der Entwurf der Main-Fischpässe, welche links dicht neben dem Landpfeiler der Nadelwehre angelegt sind, ist nach Unterhandlungen und Anfragen bei verschiedenen Fischerei-Vereinen und nach Einholung von Gutachten sonstiger Sachverständigen festgestellt worden. Sämtliche Pässe sind, nur in ganz unwesentlichen Punkten von einander abweichend, in gleicher Weise wie der auf Blatt 17 in den Abb. 32 bis 34 dargestellte der Haltung Okriftel erbaut. Sie sind auf Beton gegründet. Die Seitenwände bestehen aus Bruchsteinmauerwerk mit Moëllon-Verkleidung, die Zwischenwände aus Sandsteinplatten. Der Einlauf liegt mit seiner Sohle 0,80 m unter dem Oberwasser; jede Kammer hat ebenso wie der Einlauf eine wagerechte Sohle und eine Wassertiefe von 0,8 m. Alle anderen Einzelheiten der Einrichtung dürften aus der Zeichnung zu ersehen sein.

Dafs die Fischpässe von den Fischen benutzt werden, ist häufig zu beobachten; hauptsächlich im Mai, bei warmem, sonnigem Wetter und nicht trübem Wasser findet ein lebhaftes Springen der Fische durch den Pafs statt.

6. Die Fahrrinne im freien Main.

Wie schon unter 1. angedeutet, ist zwischen den Stauanlagen im freien Main da, wo derselbe nicht tief genug war, die nöthige Tiefe mittels Baggerns hergestellt worden.

An einer Stelle unterhalb Frankfurt, von Stat. km 8,20 bis 8,50 zwischen dem Schleusen-Untercanal und der Eisenbahnbrücke der Hessischen Ludwigs-Bahn durchzieht den Main Basalt in kugeliger Form. Dieser liefs sich nicht durch Baggern entfernen; die betreffende Stelle wurde deshalb von Fangedämmen umgeben und der Fels theils mit Werkzeugen gebrochen, theils gesprengt. Die Arbeit war an einen Unternehmer vergeben, welcher für 1 m Fangedamm 50 ℳ und für 1 cbm geförderte Masse einschliefslich Gestellens der Pumpen und Freihaltens der Baugrube von Wasser 4 ℳ erhielt. Die Kosten dieser Ausführung betrugen 96 451 ℳ.

Ferner haben sich verschiedene Stellen gezeigt, an welchen nach jeder Anschwellung des Mains Ablagerungen von leichtem, ja selbst schwererem Boden und auch kleineren Steinen auftreten, welche Verflachungen des Flufsbettes zur Folge haben, deren Beseitigung nicht unbedeutende, kräftig zu betreibende Baggerarbeiten erfordert haben und noch erfordern. Zwei dieser Baggerstrecken, welche schon bei unbedeutenden Anschwellungen sogleich kostspielige Baggerungen verursachen, sollen durch neue Einschränkungswerke besonders verbessert werden, sodafs das Wasser selbst einen Theil der Räumungsarbeiten übernimmt. Die eine Strecke liegt oberhalb des Dorfes Eddersheim bei Stat. 23,5 bis 24,3 und die zweite ist die Mündungsstrecke vom Kostheimer Wehr bis zum Rhein, Stat. 38 bis 40. Auf dieser letzteren beeinflufst das Steigen und Fallen beider Flüsse, des Rheins und des Mains, die Höhenlage des Bodens im Main, zumal hier kein schwerer Kies oder Steine, sondern nur feinerer in der Hauptsache sandiger Boden sich vorfindet, welcher sich je nach der Strömung der Wasser wandernd von einer Stelle zur andern begiebt und Verflachungen hervorruft. Auch hier sollen Werke angelegt werden, welche das Wasser mehr zusammenhalten und eine bessere Räumung der Fahrrinne ermöglichen. Die Entwürfe zu diesen Anlagen sind noch in Arbeit.

Ueber die Wasserstandsverhältnisse auf der Strecke vom Kostheimer Wehr bis zum Rhein sind schon unter „1. Allgemeines“ dieser Beschreibung die wesentlichsten Angaben gemacht worden, auf welche an dieser Stelle Bezug genommen wird.

7. Die Wärtergehöfte.

An jeder Schleuse ist ein Wohnhaus mit einem Nebengebäude für einen Aufsichtsbeamten erbaut. Nachstehende Zeichnung giebt den Grundrifs vom Erdgeschofs eines solchen Wehrgehöftes. Während auf den vier unteren Haltungen der

angestellte Beamte zugleich Schleuse und Wehr zu bedienen hat, ist auf Haltung Frankfurt aufserdem wegen der örtlichen Entfernung der Schleuse vom Wehr noch ein gleiches Gehöft am Wehr für einen besonderen Wehrmeister hergestellt.

Sämtliche Gebäude liegen hochwasserfrei und sind bis auf die in Okriftel und Flörsheim, welche auf einem über Hochwasser liegenden Bergrücken stehen, auf Sandschüttungen erbaut, welche vorher schichtenweise aufgebracht und gehörig eingewässert wurden. Die Grundmauern sind auf 0,20 m starke, 1 m breite Sandsteinplatten gestellt. Bewegungen haben sich in den Gebäuden nicht gezeigt. Die Kosten haben in Frankfurt für die Errichtung des Wohngebäudes, welches in der Vorderfront über dem Commissionszimmer mit einem Ziergiebel versehen worden ist, der auf den übrigen Haltungen fehlt, rund 9400 *M*, für die des Nebengebäudes 7000 *M* betragen.

Wehrmeistergehöft bei Frankfurt a M.



a Commissionszimmer. *b* Wohnzimmer. *c*, *d* Schlafzimmer. *e* Küche. *f* Speisezimmer. *g* Gerätheschuppen. *h* Kuhstall. *i* Schweinestall. *k* Kartoffelkeller. *l* Brennmaterial. *m* Dungstätte.

8. Die Ausführung und die Kosten.

Da nach Beginn der Ausführung im November 1883 der Winter bald eintrat, so konnte in diesem Jahre nicht viel mehr geschehen, als dafs der Anfang mit den Erdarbeiten gemacht wurde. Im Frühjahr 1884 begann dann der eigentliche Bau. Bei Anordnung der Reihenfolge der einzelnen Arbeiten, namentlich an den Wehranlagen, mufste darauf Bedacht genommen werden, die Schiffahrt auf dem Main nicht zu stören. Es ist deshalb, wie es auch in der Natur der Sache lag, im allgemeinen in der Weise verfahren worden, dafs nur ein Theil der Wehrbaustelle zum Bau mit Fangedämmen abgesperrt wurde und somit der übrig bleibende Theil des Mains möglichst frei für die Schiffahrt blieb. Sobald dann ein Stück des Wehres fertig war, wurde ein weiterer Theil derart in Angriff genommen, dafs die Schiffahrt entweder über einen noch nicht berührten Theil des Mainbettes oder über ein Stück des fertigen Wehres ihren Fortgang nehmen konnte. Selbstverständlich wurde zur Durchfahrt der Fahrzeuge der Schiffsdurchlafs, der mit seiner Sohle 0,6 m tiefer als die anderen Nadelwehröffnungen gelegen ist, sobald er in einem Theile fertig war, vornehmlich benutzt.

Es ist hierbei noch zu erwähnen, dafs, solange die Schiffe diese Fahrt machen mufsten, öfter die Strömung des Wassers so stark war, dafs die Bauverwaltung sich genöthigt sah, den zu Berg fahrenden Schiffen Hülfe zu leisten. Dies ist theils dadurch geschehen, dafs ein Draht- oder Hanfseil, welches über eine 100 bis 200 m oberhalb der Durchfahrt an einem eingerammten Holzgerüst befestigte Rolle von 0,3 bis 0,5 m Durchmesser geführt war, zum Ziehen benutzt wurde, theils dadurch, dafs Pferde zum Durchziehen der Schiffe an freihängender Leine zur Verfügung gestellt wurden. Bei dem ersten Verfahren wurde das Schiff an dem unteren Ende des Seiles befestigt und an dem über die erwähnte Rolle geführten Tau durch Pferde- oder Menschenkraft so weit gezogen, bis es aus der starken Strömung an der Baustelle heraus gelangt war. Ferner ist noch der freie Leinenzug, verbunden mit dem erwähnten Rollenseilzug, und endlich auch doppelter Pferdezug, von beiden Ufern aus, angewandt worden. Dies Durchbringen der Schiffe war eine zeitraubende und manchmal für die Fahrzeuge nicht ungefährliche Arbeit, weshalb es sich auch ereignete, dafs ein, freilich nicht an einem über eine Rolle geführten Tau, sondern an zwei frei hängenden Seilen gezogener, mit Backsteinen beladener Kahn auf der Baustelle Höchst von der starken Strömung gegen den fertigen Mittelpfeiler geworfen wurde und untersank. Die Entfernung des Schiffes, das gerade in der für die Schiffahrt bestimmten Fahröffnung lag, konnte nach verschiedenen anderen vergeblichen Versuchen nur durch Sprengung mit Pulver und Dynamit erfolgen, welche von den zu dem Zwecke hinzugezogenen Pionieren der Festung Castel-Mainz ausgeführt wurde. Trotz des Umstandes, dafs der Schiffskörper dicht am Wehrpfeiler lag, also die Sprengung dicht an dem letztern erfolgen mufste, hatte der Pfeiler doch in keiner Weise Schaden gelitten.

Die Schleusen sind während des Baues der Nadelwehre am linken Ufer im festen Lande vom Anfang 1884 bis zur Mitte von 1886, während welcher Zeit der Main kein wesentliches Hochwasser hatte, ohne bemerkenswerthe Störungen erbaut, vollendet und, sobald die Schleusencanäle genügend hergestellt waren — ungefähr zu derselben Zeit —, auch sofort dem Schiffsverkehr übergeben worden, worauf dann der Vortheil eintrat, dafs die Schiffe nicht mehr den an den Wehr-Baustellen immerhin bedeutend verengten und stark strömenden Main zur Fahrt benutzen mufsten.

Bei Frankfurt konnten, da sich beim Erdaushub blauer Letten zeigte, der abgegraben fest stand, sämtliche Längsspundwände der Schleuse fortgelassen werden; der Beton wurde dort seitlich unmittelbar am gewachsenen Boden angeschüttet.

Sämtlicher Beton ist theilweise unter Wasser, theilweise vollständig im Trocknen — so z. B. in der Schleusenbaugrube bei Frankfurt — eingebracht worden. Derselbe blieb dann überall etwa vier Wochen zur Erhärtung unter Wasser liegen, worauf die Auspumpung der Baugruben erfolgte und das Mauerwerk im Schutz der Fangedämme ausgeführt wurde.

Besonders bemerkenswerthe Zufälle haben sich bei allen Bauten nicht ereignet. Dafs ab und zu einmal ein Fangedamm undicht wurde, dafs sich im Boden Quellen zeigten, welche die Aufstellung einer zweiten Pumpe verursachten und dergleichen — alles dies waren unbequeme, jedoch unwesentliche Vorkommnisse, unwesentlich insofern, als es stets gelang, nach kurzer

Zeit Abhülfe zu schaffen und die kleinen entstandenen Schäden wieder gut zu machen.

Zur Wasserbewältigung dienten Kreiselpumpen, welche von fahrbaren Dampfmaschinen getrieben wurden. Die Pumparbeiten waren an Unternehmer vergeben, und es ist dafür bezahlt worden durchschnittlich 80 ℳ für 24 Stunden oder 3,34 ℳ für die Stunde Pumpens, einschliefslich sämtlicher Vorbereitungen und Gestellens aller Vorrichtungen.

Nachdem das Mauerwerk hergestellt war, wurden an den Nadelwehren die Böcke eingesetzt. Es ist dies theils im Trocknen nach Fertigstellung eines Bauwerkabschnittes im Schutz der Fangedämme geschehen, theils haben, besonders im Sommer bei warmem und niedrigem Wasser, Arbeiter im Wasser stehend die Arbeit verrichtet; endlich ist auch bei höherem Wasser ein Taucher verwandt worden, welcher das Einsetzen der Böcke besorgte.

Die Aufstellung und Einrichtung der Trommelwehr-Eisentheile erfolgte auf allen Haltungen vom Herbst 1885 an bis zur Mitte 1886. Mit dem Fortschritt der Maurerarbeiten mufste auch hinsichtlich des Ein- und Anbringens der Theile des Trommelwehres Schritt gehalten werden. Die Zusammensetzung sämtlicher Theile geschah seitens der Werkmeister der Maschinenbauanstalt Rössemann u. Kühnemann in Berlin, welche auch alle Eisen- und Metalltheile geliefert hatte.

Zur Abgabe von Nachrichten über Aufrichten und Niederlegen der Wehre, über Hochwasser, Eisgang usw. ist vom Schleusenmeisterhaus bei Frankfurt bis zu demjenigen bei Kostheim ein Morse-Schreibtelegraph angelegt. Die Kosten desselben haben auf die Länge von 35 km rund 16 000 ℳ betragen.

Hinsichtlich der Kosten der Hauptbauwerke möge hier noch folgendes angeführt werden. Es haben gekostet:

die Schleuse	in	Frankfurt	rund	297 800 ℳ,
„	„	„ Höchst	„	326 450 ℳ,
„	„	„ Okriftel	„	302 000 ℳ,
„	„	„ Flörsheim	„	267 600 ℳ,
„	„	„ Kostheim	„	292 000 ℳ,

ferner die Wehre, einschliefslich der Flofsrinne und der Nadelwehrböcke, sowie der Eisen- und Metalltheile zu den Trommelwehren: in Frankfurt usw. der Reihe nach 482 900, 345 500, 290 500, 381 100 und 357 000 ℳ.

Ein Nadelwehrbock der Schiffsdurchlässe wog 510, ein solcher der Fluthöffnungen 440 kg mit der an ihm hängenden Brückentafel und den Ketten. Unternehmer zur Herstellung der Nadelwehrböcke mit Zubehör waren die Hagen-Grünthaler Eisenwerke in Hagen i/W. Sie erhielten für 1 kg Schmiedeeisen 0,467 ℳ und für 1 kg Gufseisen 0,240 ℳ.

Für ein Trommelwehr sind 16 300 ℳ bezahlt. Es gehörten zu einem Trommelwehr 14 100 kg Gufseisen, 13 000 kg Schmiedeeisen, 284 kg Stahl und 350 kg Rothgufs. Die Unternehmer haben hier für 1 kg Gufseisen 0,4675 ℳ, für Schmiedeeisen 0,535 ℳ, für Stahl 0,95 ℳ und für Rothgufs 5,95 ℳ erhalten.

Die Gesamtkosten der einzelnen Bauten haben die Anschlagssumme nicht erreicht; der Rest ist auf Baggerungen verwendet worden, sodafs die Summe von $5^1/_2$ Millionen Mark des Allgemein-Anschlags ganz verwendet worden ist.

Sämtliche Arbeiten der Maincanalisirung waren an Unternehmer vergeben. Die Ueberwachung der Bauausführung geschah im Ministerium der öffentlichen Arbeiten durch den Geheimen Ober-Baurath Bänsch. Die Oberleitung hatte seitens der Königl. Regierung in Wiesbaden der Regierungs- und Baurath Cuno, die besondere Leitung in Frankfurt a/M. der Wasser-Bauinspector Baurath Schwartz. In der Bauleitung und im Entwerfen wurde der letztere unterstützt durch die Regierungs-Baumeister Allendorff und Gutzmer. Die örtliche Bauleitung lag in den Händen der Regierungs-Baumeister Düsing in Frankfurt a/M., Kahl in Höchst, Siebert in Okriftel, Brandt in Flörsheim und Werneburg in Kostheim, welchen bezw. Reg.-Baumeister Prüsmann, Reg.-Bauführer Pfeifer und die Reg.-Baumeister Schulte, Greve und Rasch zur Hülfe beigegeben waren.

Die feierliche Eröffnung der canalisirten Main-Strecke fand am 16. October 1886 statt.

9. Der Betrieb und der bisherige Verkehr.

Sämtliche Canalisirungs-Anlagen haben sich als zweckmäfsig bewährt und gleich nach der Betriebseröffnung einen lebhaften Aufschwung des Schiffahrts-Verkehrs zwischen Frankfurt und dem Rhein veranlafst. Insbesondere ist es auch mit keinen erwähnenswerthen Schwierigkeiten verbunden gewesen, die Bedienungsmannschaften der Nadelwehre in der Handhabung der Nadelwehre einzuüben. Das Einsetzen der Nadeln erfolgt leicht, indem die Nadel von der Wehrbrücke aus nach dem Oberwasser zu in das Wasser bis auf den Boden gestofsen und an den oberen Anschlag angelehnt wird, nachdem sie der Wasserdruck unten an den Anschlag angeprefst hat. Einzelne Nadeln werden, wenn sie entfernt werden sollen, durch einen Hebeldruck in die Höhe gehoben, sind dann ihres unteren Haltes beraubt und schwimmen fort; sie werden darauf an der Leine, an welcher sie befestigt sind, herausgezogen. Die gleichzeitige Entfernung einer Anzahl von Nadeln geschieht durch die „Auslösung Kummer".

Ist das Umlegen eines Nadelwehres angeordnet, so werden zuerst auf die beschriebene Art die Nadeln entfernt und dann nach Abnahme des Geländers auf den Böcken letztere einzeln mittels der auf Blatt 16, Abb. 21 dargestellten Winde heruntergelassen.

Die Schleusen und Trommelwehre wirken in vollständig zufriedenstellender Weise.

Beim Betrieb während des Winters 1886/87 hat sich herausgestellt, dafs jedesmal mit der Niederlegung der Wehre sofort vorgegangen werden mufs, wenn anhaltender Frost zu befürchten ist. Gerade die Eisbildung ist so plötzlich eingetreten, dafs innerhalb einiger Stunden sämtliche Zwischenräume zwischen den Nadeln des Wehres mit Eiskrystallen zugesetzt waren, das Nadelwehr somit eine wasserdichte Wand durch den Main von einem Ufer bis zum andern bildete und ein gefährlicher Aufstau entstand. Durch Anwendung heifsen Wassers mufste man dann die gleichfalls schon eingefrorene „Auslösung Kummer" aufthauen, um sie öffnen und so die schleunigste Beseitigung der Nadeln ermöglichen zu können.

Die Niederlegung der bei der Eröffnung im October 1886 stehenden Nadelwehre hat seitdem bis Ende Mai 1887 im ganzen fünfmal stattgefunden, davon dreimal wegen hohen Wassers und zweimal wegen Eisganges. Einmal, im Januar und Anfang Februar, haben die Wehre 34 Tage gelegen, sonst nur 3 bis 18 Tage.

Zur Regelung des Betriebsdienstes auf dem Main ist von dem Regierungs-Präsidenten in Wiesbaden am 22. October 1886 eine Dienstanweisung für die Schleusen- und Wehrmeister und unter dem 15. December 1886 nach Verständigung mit den übrigen Main-Uferstaaten eine Polizei-Verordnung für die Schiffahrt und Flöfserei auf dem canalisirten Main von der Stadt Frankfurt bis zum Rhein erlassen worden. Die Ausarbeitung einer neuen Schiffahrts- und Flöfserei-Ordnung für den Main oberhalb Frankfurt ist eingeleitet.

Ueber den bisherigen Verkehr auf dem Main mag im allgemeinen angeführt werden, dafs der Leinenzug mit Pferden vollständig aufgehört hat. Die Güter werden ebensowohl von der Kette, wie von freifahrenden Dampfern befördert, ein grofser Theil führt stromab auch frei. Von dem örtlichen Verkehr auf den einzelnen Haltungen mögen hier folgende Angaben ein Bild geben.

Es fuhren an Schiffen im Monat December 1886

		durch die Stauanlage bei				
		Frankfurt	Höchst	Okriftel	Flörsheim	Kostheim
zu Berg	leer	109	112	101	105	117
	beladen	46	68	79	95	91
zu Thal	leer	91	77	73	102	106
	beladen	54	70	67	81	102

Ueber den Verkehr in den Monaten März bis einschliefslich November 1887 liegen folgende amtliche Angaben vor:

Im Monat	gingen Schiffe		durch die Stauanlage bei				
			Frankfurt	Höchst	Okriftel	Flörsheim	Kostheim
März	zu Berg	leer	165	154	147	160	125
		beladen	88	95	134	143	187
		mit	287657 Ctr.	406660 Ctr.	625613 Ctr.	630214 Ctr.	619264 Ctr.
	zu Thal	leer	72	75	81	114	123
		beladen	167	150	149	153	182
		mit	249880 Ctr.	254229 Ctr.	256124 Ctr.	265082 Ctr.	266992 Ctr.
April	zu Berg	leer	274	200	193	201	158
		beladen	108	114	144	142	215
		mit	480984 Ctr.	515312 Ctr.	695539 Ctr.	807639 Ctr.	756823 Ctr.
	zu Thal	leer	186	108	120	153	147
		beladen	207	203	198	194	234
		mit	341942 Ctr.	373492 Ctr.	365623 Ctr.	375253 Ctr.	401691 Ctr.
Mai	zu Berg	leer	292	190	182	190	129
		beladen	120	142	160	167	227
		mit	521873 Ctr.	679089 Ctr.	931720 Ctr.	892162 Ctr.	1006188 Ctr.
	zu Thal	leer	192	110	120	147	147
		beladen	204	198	189	200	238
		mit	355316 Ctr.	359651 Ctr.	376025 Ctr.	382436 Ctr.	423883 Ctr.
Juni	zu Berg	leer	304	202	190	184	130
		beladen	109	119	140	141	168
		mit	566514 Ctr.	622303 Ctr.	858855 Ctr.	863792 Ctr.	720424 Ctr.
	zu Thal	leer	228	132	151	159	118
		beladen	176	172	171	167	154
		mit	288566 Ctr.	313854 Ctr.	339391 Ctr.	327692 Ctr.	301622 Ctr.
Juli	zu Berg	leer	313	187	179	173	124
		beladen	126	151	167	164	235
		mit	611258 Ctr.	732182 Ctr.	965991 Ctr.	945834 Ctr.	943193 Ctr.
	zu Thal	leer	246	144	178	180	154
		beladen	196	174	181	173	215
		mit	266581 Ctr.	263906 Ctr.	304157 Ctr.	295487 Ctr.	323938 Ctr.
August	zu Berg	leer	293	168	160	149	117
		beladen	139	146	165	174	244
		mit	642143 Ctr.	756965 Ctr.	870058 Ctr.	894465 Ctr.	881234 Ctr.
	zu Thal	leer	234	146	165	183	160
		beladen	175	157	154	130	193
		mit	244461 Ctr.	227651 Ctr.	252957 Ctr.	224505 Ctr.	267610 Ctr.
September	zu Berg	leer	275	200	183	162	109
		beladen	117	148	160	171	246
		mit	572305 Ctr.	666724 Ctr.	838178 Ctr.	874405 Ctr.	884689 Ctr.
	zu Thal	leer	202	145	168	167	159
		beladen	213	192	201	175	206
		mit	263720 Ctr.	279669 Ctr.	299761 Ctr.	281969 Ctr.	314362 Ctr.

Im Monat	gingen Schiffe		durch die Stauanlage bei Frankfurt	Höchst	Okriftel	Flörsheim	Kostheim
October	zu Berg	leer	227	190	182	148	111
		beladen	134	157	165	167	200
		mit	400759 Ctr.	461658 Ctr.	541224 Ctr.	523081 Ctr.	528354 Ctr.
	zu Thal	leer	175	144	162	163	144
		beladen	191	190	188	171	187
		mit	195195 Ctr.	207445 Ctr.	226745 Ctr.	215685 Ctr.	228471 Ctr.
November	zu Berg	leer	117	112	111	115	89
		beladen	95	106	129	126	155
		mit	303237 Ctr.	371940 Ctr.	418577 Ctr.	422577 Ctr.	430108 Ctr.
	zu Thal	leer	98	105	123	124	108
		beladen	127	125	120	121	155
		mit	137227 Ctr.	148240 Ctr.	147620 Ctr.	163720 Ctr.	179524 Ctr.
Hiernach wurden in den neun Monaten befördert zusammen			6732618 Ctr.	7640970 Ctr.	9314158 Ctr.	9386178 Ctr.	9478370 Ctr.
Endlich sind Flöfse gefahren:							
		im März	17	14	?	11	15
		„ April	143	128	?	122	119
		„ Mai	184	188	181	186	181
		„ Juni	227	225	222	217	207
		„ Juli	210	211	206	202	208
		„ August	221	217	210	211	212
		„ September	178	180	180	177	175
		„ October	185	185	184	168	169

Die Ladung der Schiffe bestand aus sehr verschiedenen Stoffen. Besonders hervortretend war keine Art von Gütern. Es waren ebensowohl Stückgüter wie Bau- und Nutzhölzer, Getreide, Kohlen, Eisenerze und Bausteine geladen.

Auf dem canalisirten Main wird eine Abgabe von den Fahrzeugen nicht erhoben.

Frankfurt a/M., im December 1887.

Cuno. Gutzmer.

Statische Bestimmung der Spannungen des Fachwerks im Raume bei schiefer Belastung.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 18 im Atlas.)

I. Einleitung.

Nachdem Herr Geheimer Ober-Baurath Schwedler Constructionen vorbezeichneter Art über Gasbehälter in Berlin in grofsen Mafsen ausgeführt und durch eine einfache Theorie begründet hat, sind erhebliche Fortschritte hierin weder in praktischer noch in wissenschaftlicher Beziehung zu verzeichnen. Giebt auch die Abhandlung des Herrn Ingenieur und Oberlehrer A. Föppl in der schweizerischen Zeitschrift: „Die Eisenbahn“, Jahrgang 1881 und 1882, bezw. Band 15, 16 und 17, wichtige Anhaltspunkte für die Vervollständigung der Berechnung, so bedarf dieses Gebiet doch der weiteren eingehenden Bearbeitung, denn die Schwedler'schen Berechnungen langen nur vollständig aus für um den Mittelpunkt der Construction gleichmäfsig vertheilte, nicht aber für eigentlich schiefe Belastung, wie z. B. für den Angriff des Sturmes. Herr Föppl giebt durch den ebenso einfachen als geistreichen Gedanken, dafs ein System statisch bestimmt sei, wenn die Anzahl der unbekannten Gröfsen (Kräfte in den Auflagern und in den Stäben) ebenso grofs ist, als die Anzahl der anzusetzenden Gleichungen, einen höchst wichtigen Fingerzeig für die weitere Behandlung der Sache, er führt die Ermittlung der Spannungen der Stäbe des Systems aber nur für den Fall durch, dafs dasselbe keine Spitze hat, vielmehr oben in einem Ringe endigt und seine Auflagerpunkte feste Punkte sind. Diese Lösung ist aber keine allgemeine und ergiebt sehr bedeutende Spannungen in den Constructionstheilen.

Im Nachstehenden ist der Versuch gemacht, eine weitergehende Behandlung des Fachwerks im Raume zu geben, auch ist der Nachweis geführt, dafs ein System mit Spitze bedeutend geringere Spannungen in seinen Stäben erfährt, als ein solches ohne Spitze, dafs aber eine Spitze auch mit demselben Erfolge durch einen inneren ausgesteiften Ring ersetzt werden kann. Von den Nebenspannungen, welche die starre Verbindung der Knotenpunkte und die durch die Spannungen erzeugten Längeveränderungen der Stäbe hervorrufen, ist abgesehen.

Zunächst dürfte näher auszuführen sein, was unter Fachwerk im Raume zu verstehen ist. Denkt man sich beliebige Dreiecke derartig zusammengefügt, dafs stets zwei benachbarte eine gemeinschaftliche Seite haben, so können sie sämtlich in einer Ebene liegen, oder in verschiedenen. Im ersteren Falle ergiebt sich ein Fachwerk in der Ebene, im letzteren ein Fachwerk im Raume. Ein Fachwerk in der Ebene ist gegenüber dem Angriff von Kräften in seiner Ebene stabil; es läfst sich wohl durch dieselben in der Ebene verschieben, nimmt aber unter der Annahme, welche nachstehend stets stillschweigend vorausgesetzt wird, dafs nicht eine Verlängerung oder Verkürzung der Seiten eintritt, keine Formveränderung an. Ein Fachwerk

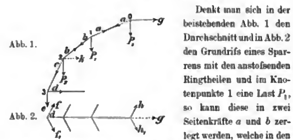
im Raume ist aber nicht ohne weiteres stabil. Ausnahme macht nur eine dreiseitige Pyramide (Tetraëder) und diese ist für die Fachwerke im Raume ebenso das stabile Element, wie das Dreieck für die Fachwerke in der Ebene. Alle Fachwerke im Raume, welche nicht aus Tetraëdern zusammengesetzt sind, sind also an und für sich nicht stabil, sondern werden es erst unter anderweitigen, hier zu untersuchenden Bedingungen, wie z. B. feste Auflagerpunkte.

Die am meisten vorkommenden Systeme findet man in den Schwedler'schen Constructionen, deren Auflagerpunkte in einer wagerechten Ebene und deren sämtliche Knotenpunkte in einer Umdrehungsfläche liegen, wie es in den Abbildungen 1 bis 8 auf Blatt 18 dargestellt ist.

Wenngleich die Berechnungen von Schwedler und Föppl durch Veröffentlichungen bekannt sind, so dürften die Principien derselben hier doch in möglichster Kürze anzuführen sein, da sie zum besseren Verständnifs der von mir angeführten Berechnungen dienen.

II. Principien der Schwedler'schen und Föppl'schen Berechnungen.

a) Schwedler'sche Berechnung.



Denkt man sich in der beistehenden Abb. 1 den Durchschnitt und in Abb. 2 den Grundrifs eines Sparrens mit den anstofsenden Ringtheilen und im Knotenpunkte 1 eine Last P_1, so kann diese in zwei Seitenkräfte a und b zerlegt werden, welche in den beiden angrenzenden Sparrentheilen ihre Wirkung ausüben. In derselben Weise kann man die Kraft P_2 im Knotenpunkte 2 zerlegen. Ergeben sich in dem zwischen den beiden Kräften befindlichen Sparrentheile zwei gleich grofse und entgegengesetzte Componenten b und b', so werden sich dieselben ohne Störung des Gleichgewichtes aufheben.

Die Componente c der Kraft P_2 erzeugt im Auflagerpunkte 3 eine wagerechte Componente d und eine lothrechte e; letztere wird durch das Auflager aufgenommen und die erstere zerlegt sich in zwei Componenten f und f_1, welche in den anstofsenden Ringtheilen wirken. In derselben Weise zerlegt sich die Kraft P_0 in zwei Ringkräfte h und h_1, und eine Kraft im Sparren a, d. h. wenn ein innerer Ring vorhanden ist; ist dort eine Spitze befindlich, so geschieht die Zerlegung so wie die der Kräfte P_1 und P_2. Hierbei ist es erforderlich, dafs die Neigungen der Sparrentheile den Kräften P_0 bis P_2 entsprechend ermittelt sind, was für eine gegebene Belastung ausführbar ist. Es erleiden dann lediglich die Sparren und der äufsere und innere Ring, falls letzterer vorhanden, Spannungen. Tritt dieser Fall aber nicht ein, ist z. B. die Kraft P_2 gröfser oder kleiner, als sie es nach obiger Voraussetzung sein müsste, so mufs in diesem Punkte noch eine in Abb. 1 punktirte wagerechte Kraft k für die Herstellung des Gleichgewichts gedacht werden, welche sich in zwei Componenten in den anstofsenden Ringtheilen zerlegen läfst.

Sobald aber Spannungen, welche sich nicht gegenseitig aufheben, in den Ringtheilen entstehen und man ihre Wirkungen in den benachbarten Knotenpunkten zu verfolgen sucht, ergiebt sich dort, dafs die Spannungen auf mehr als drei Stäbe stofsen und man nicht in der Lage ist, durch dieses Verfahren ihre Componenten in den verschiedenen Stäben zu ermitteln. Dieser Fall tritt bei einseitiger Belastung ein und für diese ist von Schwedler nur eine annähernde Berechnung der Diagonalen gegeben. Wie sich aber weiter unten zeigen wird, erleiden bei dieser auch die anderen Constructionstheile erhebliche Spannungen, welche gröfser sind als die bei höchster Belastung. Für die Ermittlung derselben giebt, wie bemerkt, A. Föppl's Berechnung einen richtigen Fingerzeig.

b) Föppl'sche Berechnung.

Auf dem schon oben angeführten Gedanken: „dafs ein System statisch bestimmt sei, wenn eben so viel Gleichungen als Unbekannte vorhanden sind“ gründet Föppl folgende ebenso einfache als wichtige Gleichung:

Wenn a die Anzahl der Auflagerpunkte, n die Anzahl der Knotenpunkte, einschliefslich der Auflagerpunkte, und m die Anzahl der Stäbe bedeutet, so mufs $3n = m + 3a$ sein. Denn da für Kräfte im Raume, die an einen Punkt angreifen, drei Gleichungen angesetzt werden können, so ergeben sich bei n Knotenpunkten $3\ n$ Gleichungen. Die Unbekannten sind m Stabspannungen und $3a$ Unbekannte für die Auflagerdrucke, weil jeder seiner Richtung und Gröfse nach unbekannte Auflagerdruck nur durch drei Componenten desselben festgestellt werden kann. Freilich drückt diese Formel nur aus, dafs das System statisch bestimmt, aber noch nicht, dafs es stabil sei. Hierzu gehört, dafs sich die Gleichungen auch lösen lassen und dafs sie keine imaginären oder unendlichen Werthe ergeben.

Für jedes stabile System zeigt dieser Gedanke einen Weg, die sämtlichen Spannungen zu ermitteln; man hat nur $3n$ Gleichungen anzusetzen, um daraus die gleiche Anzahl Unbekannter zu ermitteln. Leider erweist sich dieser Weg aber in der Regel als zu umständlich. Eine Schwedler'sche Kuppel mit 24 Sparren und 4 Ringen z. B. hat $4 \cdot 24 = 96$ Knotenpunkte; tritt eine Spitze hinzu, so ergeben sich 97 Knotenpunkte mit $3 \cdot 97 = 291$ Gleichungen. Hierzu kommt noch, dafs nicht ein Theil der Gleichungen ausgesondert werden kann, um einen Theil der Unbekannten daraus zu ermitteln, vielmehr müssen in diejenige Formel, welche für eine einzige Unbekannte schliefslich den bestimmten Werth ergiebt, fast alle anderen Gleichungen mit aufgenommen sein, wodurch sich Formeln von aufserordentlicher Länge ergeben. Es mag dies wohl der Grund sein, warum Föppl diesen Weg für seine weiteren veröffentlichten Untersuchungen nicht beschreitet. In einer sehr interessanten Weise findet derselbe vielmehr einen anderen Weg und, wie oben bemerkt, in dem Falle, dafs das System nicht in einer Spitze, sondern in einem inneren Ringe endigt.

Es ergiebt sich nämlich, dafs z. B. die Spannung der Stäbe 1 und 2 des Feldes A in Abb. 6 auf Blatt 18 nicht durch Spannungen der Stäbe des benachbarten Feldes B aufgenommen werden kann, weil beide Felder in verschiedenen Ebenen liegen; es gehört dazu noch eine bestimmte äufsere Kraft im gemeinschaftlichen Knotenpunkte I des inneren Ringes, oder ein punktirter Stab 3, welcher zur Spitze oder zu einem anderen Ringe führt. Der innere Ring ist deshalb ohne bestimmte äufsere, in seinen Knotenpunkten wirkende Kräfte zu Kraftübertragungen

nicht geeignet; es müssen deshalb in irgend einem seiner Knotenpunkte wirkende äufsere Kräfte in Componenten zerlegt werden, welche auf dem kürzesten Wege zu festen Auflagerpunkten führen.

Da es nicht thunlich ist, hier die sehr schätzenswerthen Föppl'schen Untersuchungen ausführlich zu wiederholen, so möge es genügen, im wesentlichen die Ergebnisse derselben anzugeben.

Der Beweis, dafs ein System ohne Spitze stabil ist, wenn seine Auflagerpunkte feste sind, ergiebt sich übrigens ganz einfach aus folgender Betrachtung: Fafst man in Abb. 6 auf Bl. 18 einen beliebigen Knotenpunkt desjenigen Ringes ins Auge, welcher den Auflagerpunkten am nächsten liegt (der unterste Ring fällt bei festen Auflagerpunkten als nutzlos fort), so findet man, dafs er mit den nächsten drei Auflagerpunkten durch feste Stäbe verbunden ist, wodurch er selbst und mit ihm alle Knotenpunkte dieses Ringes feste Punkte werden. Die Knotenpunkte des nächstfolgenden Ringes sind mit den Knotenpunkten dieses Ringes aber ebenso verbunden, sie werden also, wie schliefslich alle Knotenpunkte des ganzen Systems, zu festen Punkten.

In der vorbezeichneten Abbildung 6 sind die Spannungen für eine Einzellast $P = 1$ angegeben, die Stäbe haben eine den Spannungen entsprechende Breite erhalten. Es sind doppelte, schlaffe Diagonalen angenommen, aufserdem sind hier und in den übrigen Abbildungen die Druck darstellenden Linien und Flächen mit Querstrichen versehen.

Der Querschnitt der Construction ist der in Abb. 1 auf Blatt 18 angegebene, nur fällt die Spitze fort. Die Ermittlung der Spannungen wird weiter unten erörtert werden, sie ist eine einfachere als die Föppl'sche, beide stimmen in den Ergebnissen überein.

Man ersieht, dafs in diesem Falle nur verhältnifsmäfsig wenige Constructionstheile, diese aber sehr starke Spannungen auszuhalten haben, nämlich bis $25{,}75\,P$, weil das System nicht als gewölbförmige Construction widersteht, da, wie bemerkt, der innere Ring keine Kräfte überträgt.

In den weiteren Untersuchungen wird sich z. B. ergeben, dafs in dem 24 eckigen, den ausgeführten Schwedler'schen Constructionen ähnlichen und in Abb. 7 auf Blatt 18 angedeuteten System ohne Spitze, aber mit festen Auflagerpunkten sich in dem Falle, dafs ein einziger Sparren auf das höchste belastet ist, die anderen aber gar nicht belastet sind, Spannungen entstehen, welche mehr als 600 mal so grofs sind, als es die Schwedler'sche Berechnung für höchste Belastung ergiebt.

Nun sind die Schwedler'schen Constructionen aber nicht mit festen, sondern mit radial verschieblichen Auflagerpunkten versehen, weil sie auf Schrauben stehen, die sich in nach dem Mittelpunkt gerichteten Rillen der festen Auflagerplatten verschieben lassen.

Für ein solches System ergiebt sich der merkwürdige Umstand, dafs dasselbe stabil ist, wenn die Anzahl seiner Seiten ungerade, und nicht stabil, wenn die Anzahl gerade ist. In beiden Fällen ist ein regelmäfsiges Vieleck als Grundrifs vorausgesetzt.

Sind die Auflager nicht fest, so mufs ein unterer Ring vorhanden sein; es entstehen dann in den Auflagerpunkten lothrechte Auflagerdrücke und Ringspannungen, ferner ersieht man aus Abb. 6 auf Blatt 18, dafs bei regelmäfsigem Grundrifs diese Ringspannungen sämtlich symmetrisch zu dem belasteten Knotenpunkte auftreten.

Sind radiale Führungen vorhanden, so mufs man sich in den Auflagerpunkten winkelrecht auf diese Führungen gerichtete Kräfte, wie b in der nachstehenden Abb. 3, denken, welche ein Ausweichen der Auflager in den Richtungen jener Kräfte verhindern.

Denkt man sich ein Quadrat als Grundrifs eines Systems mit den vier Auflagerpunkten 1, 2, 3 und 4 und den beiden gleich grofsen Ringspannungen a symmetrisch zum Knotenpunkte 1 wirkend, so wird, wenn die Spitze fehlt, nur dann Gleichgewicht eintreten können, wenn die Ringspannungen a a durch die Spannungen der übrigen Theile des unteren Ringes und die Kräfte b in den Auflagern aufgenommen werden können; denn sind hierzu noch Spannungen in den anderen Stäben erforderlich, so wirken dieselben direct oder, wenn Zwischenringe vorhanden sind, durch ihre Componenten auf die Knotenpunkte im inneren Ringe ein, welcher, wie bewiesen, zur Uebertragung der Kräfte, also zur Herstellung des Gleichgewichts nicht geeignet ist.

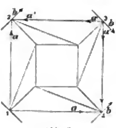


Abb. 3.

In Abb. 3 erzeugen die Kräfte a die Kräfte a' und die Kräfte b. Construirt man, wie unten angegeben, die Kraftdreiecke, so ergiebt sich $a = a'$ und ferner, dafs zwischen dem zweiten und dritten Knotenpunkte zwei gleich grofse und gleichgerichtete Kräfte a' wirken, welche sich nicht gegenseitig aufheben. Das Gleichgewicht wird also nicht hergestellt, trotzdem man finden wird, dafs der Föppl'sche Satz auf diesen Fall anwendbar, das System also statisch bestimmt ist. Wie leicht ersichtlich, gilt dies auch bei vermehrter doch gerader Seitenzahl in regelmäfsigen Vielecken. Hat man dagegen eine ungerade Seitenzahl, wie in Abb. 4, so findet man bei derselben Zerlegung der Kräfte, dafs schliefslich in einem Ringtheile (hier in dem Theile zwischen Knotenpunkt 2 und 3) die gleich grofsen und entgegengesetzten Kräfte a' sich gegenseitig aufheben. Dieses gilt auch, wie leicht ersichtlich, für alle regelmäfsigen vieleckigen Grundrisse mit ungerader Seitenzahl. Diese Systeme sind also stabil und auch statisch bestimmt, jedoch erleiden sie, wie oben nachgewiesen, infolge der fehlenden Spitze sehr starke Beanspruchungen.

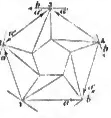


Abb. 4.

Wenn man die vorstehenden Erörterungen auf die über Gasometern ausgeführten Schwedler'schen Constructionen, veröffentlicht in der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrg. 1866 S. 21 u. ff. und Jahrg. 1876, S. 179 ff., anwendet, so ergiebt sich, dafs dieselben für schiefe Belastungen nicht stabil construirt sind; dennoch bewähren sie sich in der Ausführung ausgezeichnet. Dieser Widerspruch klärt sich dadurch auf, dafs die Stäbe nicht, wie die Berechnung voraussetzt, in den Knotenpunkten gelenkartig verbunden sind. Hierdurch erhält der innere Ring Unverschieblichkeit, und wenn auch die Kräfte, welche derselbe einem Verschieben entgegensetzt, nicht bedeutend sind, so wird doch unten nachgewiesen werden, dafs schon geringe Kräfte in der Nähe des Scheitels die Bildung grofser Spannungen im unteren

Theile der Kuppel verhindern. In der Wirkung gegen Verschiebung der Construction wird der innere Ring noch durch die ebenfalls vernieteten Knotenpunkte der anderen Ringe unterstützt, besonders aber, und dies ist von Schwedler seiner Zeit auch schon angeführt, durch die Dachschalung. Es wäre für weitere Untersuchungen eine dankbare Aufgabe, festzustellen, wie weit die kuppelförmige Schalung schon an und für sich geeignet ist, Lasten zu tragen. Wenn man aber die gefährlichen Möglichkeiten erwägt, welche in einem solchen System bei schiefer Belastung eintreten können, so wird man bewundern müssen, mit welchem kühnen, und, wie die Erfahrung beweist, doch praktischen Blick Herr Schwedler bei dem damaligen Mangel ausreichender Berechnungstheorieen das Richtige getroffen hat. Für ähnliche Fälle wird man daher ohne Sorge die Schwedler'sche Berechnung anwenden können. Doch kommen auch Fälle vor, in welchen keine Einschalung die Verschiebbarkeit des Systems verhindert, wenn z. B. dieselbe durch Glaseindeckung bei Ausstellungspalästen oder durch (der Wärmeausdehnung wegen) verschiebbare Metalleindeckung ersetzt ist. Ferner können diese Systeme auch für Holzconstructionen Anwendung finden, und dann fallen die starren Verbindungen der Eisenconstructionen in den Knotenpunkten fort. In diesen Fällen wird man eine eingehendere Berechnung für schiefe Belastung aufstellen müssen, die nachstehend gegeben ist, und zwar nur für Systeme mit einer Spitze, oder innerem ausgesteiften Ring, da die Systeme ohne Spitze schon in Vorstehendem genügend betrachtet sind und wegen der starken Beanspruchung ihrer Constructionstheile sich für die Ausführung nicht empfehlen.

III. Theorie der Berechnung für Systeme mit einer Spitze und in einer Ebene verschieblichen Auflagerpunkten.

Wenn auf einem beliebigen Wege die Möglichkeit eines Gleichgewichtszustandes mathematisch nachgewiesen werden kann, so ist angenommen, dafs auch irgend ein Gleichgewichtszustand vorhanden ist, fraglich bleibt es dann nur, ob noch andere als der ermittelte Gleichgewichtszustand möglich sind, d. h. ob das System statisch unbestimmt ist. Dieses ist nicht der Fall, sobald der Föppl'sche Satz: „es müssen soviel Unbekannte als Gleichungen vorhanden sein", angewendet werden kann. Zur Berechnung eines Systems gehören also zwei Erfordernisse:

1. der Nachweis der Möglichkeit eines Gleichgewichtszustandes mit Berechnung der demselben entsprechenden Spannungen, und
2. die Uebereinstimmung mit dem obigen Föppl'schen Satze.

Das bei 1. zu benutzende Verfahren ist ausführlich unten bei IV b erörtert. Zur Ergänzung des Föppl'schen Satzes ist anzuführen, dafs die Unbekannten alle beliebigen Werthe annehmen können; ausgeschlossen sind, wie oben schon bemerkt, die Werthe unendlich, nicht ausgeschlossen die Werthe 0. Diejenigen Kräfte, welche = 0 werden, lassen sich zum Theil von vornherein erkennen, was zur Abkürzung der Berechnung dienen kann.

Allgemein soll nachstehend bewiesen werden, dafs ein System mit einer Spitze statisch bestimmt ist, wenn seine Auflagerpunkte (nicht fest, sondern nur) in einer Ebene verschieblich sind und noch drei Kräfte an beliebigen Auflagerpunkten wirken. Ferner wird sich ergeben, dafs diese drei Kräfte bei der Einwirkung nur lothrechter äufserer Kräfte sämtlich = 0 und bei der Einwirkung wagerechter äufserer Kräfte zuweilen theilweise = 0 werden.

Denkt man sich den Grundrifs eines Systems mit Spitze als Vieleck von beliebiger Seitenzahl a und ist r die Anzahl der Ringe, so ergeben sich $a \cdot r$ Knotenpunkte vermehrt um einen der Spitze, und die Anzahl der Gleichungen ist $3\ (a \cdot r + 1)$. Dem mufs die Anzahl der unbekannten Gröfsen entsprechen.

Die Anzahl der Sparrentheile ist $= a \cdot r$,
die Anzahl der Ringtheile ist $= a \cdot r$,
die Anzahl der Diagonalen ist $= a\ (r - 1)$
Summe $= 3 \cdot r \cdot a - a$;

es fehlen also noch $3\ (a\,r + 1) - 3ra + a = a + 3$ Unbekannte. In den in einer Ebene verschieblichen a Auflagern wirken a lothrechte Kräfte, folglich fehlen noch drei Kräfte, welche mit jenen nicht zusammenfallen, also nicht lothrecht auf dieser Ebene stehen. Diese Kräfte können verschiedenartig angebracht werden, was praktisch von erheblicher Bedeutung ist. Denkt man sich in Abb. 5 ein System auf Fachwerkswänden ruhend, so können diese drei Kräfte durch drei Streben in drei beliebigen Wänden hergestellt werden, die anderen Wände bedürfen, gleichviel wie grofs ihre Anzahl ist, oder ob das System regelmäfsig ist oder nicht, keiner Streben. Lagert das System auf einer Mauer, so können diese drei Kräfte durch drei radiale Führungen hergestellt werden.

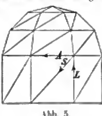


Abb. 5.

In allen Fällen müssen die äufseren Kräfte mit den $a + 3$ Auflagerkräften im Gleichgewicht stehen. Sind die äufseren Kräfte und die a Auflagerkräfte lothrecht, die übrigen drei Kräfte wagerecht, so tritt das Gleichgewicht ein, wenn diese drei Kräfte $= 0$ sind.

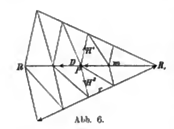
Haben die äufseren Kräfte wagerechte Componenten, so müssen auch die Auflagerkräfte solche haben; geht die Mittelkraft derselben z. B. durch einen beliebigen Auflagerpunkt und wird in diesem Punkte eine der Mittelkraft gleich grofse und entgegengesetzte Kraft angebracht, so wird diese allein genügen, das Gleichgewicht herzustellen, und zwei von den erwähnten Kräften müssen $= 0$ werden.

Denkt man sich an Stelle dieser Auflagerkraft zwei radiale Führungskräfte A und B (s. Abb. 17), welche sich in der Richtung obiger Mittelkraft schneiden, so werden diese beiden gleichfalls das Gleichgewicht herstellen und die dritte Kraft mufs $= 0$ werden. Hat die Mittelkraft dagegen die beliebige Richtung W in jener Abbildung, so mufs sie sich mit einer dritten radialen Führungskraft D zu einer Mittelkraft zusammensetzen, welche durch den Schnittpunkt der beiden genannten Kräfte A und B geht, um aufgehoben zu werden.

In diesem Falle sind also die drei Kräfte A, B und D sämtlich erforderlich. Aus den oben erörterten Gründen soll die lothrechte und die wagerechte Belastung getrennt behandelt und dabei pyramidale und kuppelförmige Construction unterschieden werden.

IV a. Anwendung der neuen Theorie auf lothrechte Belastung und pyramidale Dächer mit in einer Ebene verschieblichen Auflagerpunkten und mit einer Spitze.

Die pyramidalen Dächer lassen sich in sehr einfacher Weise behandeln. Stellt Abb. 6 zwei Felder eines beliebigen pyrami-


Abb. 6.

dalen Daches vor und ist P eine lothrechte Last in einem gemeinschaftlichen Knotenpunkte, so übertragen die beiden Felder auf den gemeinschaftlichen Auflagerpunkt die lothrechte Last $R = \frac{P \cdot m}{r}$ und auf die Spitze die lothrechte Last $R_1 = \frac{P\,(r - m)}{r}$.

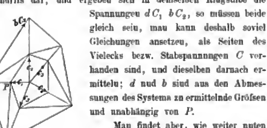
Zur Berechnung der Spannungen in den Ringen und Diagonalen mufs man P in die Kraft D im Sparren und in die wagerechten Ringkräfte H und H^1 zerlegen. Von D gelangt ein Theil zum Auflager und ein Theil zur Spitze, beide Theile haben das Verhältnifs von $R : R_1$ zu einander.

H^1 und H^2 werden in den beiden Fachwerken in der Ebene nach bekannten Theorieen ebenfalls zur Spitze und zum Auflager übertragen, wodurch sich die Spannungen in den Ringen und Diagonalen dieser beiden Felder ergeben.

Die lothrechte Kraft R_1 vertheilt sich auf sämtliche Sparren. Ist der Grundrifs ein regelmäfsiges Vieleck, so hat jeder, wenn Gleichgewicht des Systems vorhanden sein soll, eine gleich grofse Componente von R_1 aufzunehmen, und hat das Vieleck a Seiten, so erhält jeder Auflagerpunkt den lothrechten Druck $\frac{R_1}{a}$, und der bei R den lothrechten Druck $R + \frac{R_1}{a}$.

Ist der Grundrifs ein unregelmäfsiges Vieleck, so haben die Sparren verschiedene Componenten von R_1 aufzunehmen, welche mit C_1, C_2, C_3 bis C_n bezeichnet werden mögen. Diese erzeugen in den Auflagern lothrechten Auflagerdruck und Ringspannungen, welche letztere zur Herstellung des Gleichgewichts in jedem Ringstabe gleich grofs und entgegengesetzt gerichtet sein müssen.

Stellt Abb. 7 ein pyramidales System mit unregelmäfsigem Grundrifs dar, und ergeben sich in demselben Ringstabe die Spannungen $d\,C_1$, $b\,C_2$, so müssen beide gleich sein, man kann deshalb soviel Gleichungen ansetzen, als Seiten des Vielecks bezw. Stabspannungen C vorhanden sind, und dieselben darnach ermitteln; d und b sind aus den Abmessungen des Systems zu ermittelnde Gröfsen und unabhängig von P.


Abb. 7.

Man findet aber, wie weiter unten an einem Beispiel gezeigt wird, dafs die Kräfte C diese Bedingungen bei beliebiger Gröfse erfüllen, wenn sie nur bestimmte Differenzen haben. Deshalb braucht man zu ihrer Ermittlung noch eine Gleichung, welche das Gleichgewicht zwischen den Kräften C und R_1 ausdrückt, d. h. es mufs $R_1 = \Sigma C_n \sin. \alpha_n$ sein, wenn α_n den zu jedem C_n gehörigen Neigungswinkel zur Wagerechten ausdrückt. Im beliebigen pyramidalen System werden mithin durch eine Einzellast sämtliche Sparren, sämtliche Stäbe des unteren Ringes und von den Stäben der übrigen Ringe und von den Diagonalen nur die derjenigen beiden Felder gespannt, in welchen der belastete Knotenpunkt liegt.

Sobald P bekannt ist und die Abmessungen des Systems gegeben sind, lassen sich nach obigem alle Spannungen ermitteln; hierbei dürfte das einfachste Verfahren für die Zerlegung der Kräfte im Raume in Componenten das in den nachfolgenden Ermittlungen angewendete sein.

IVb. Anwendung der Theorie auf lothrechte Belastung und kuppelförmige Dächer mit in einer Ebene verschieblichen Auflagerpunkten und mit einer Spitze.

Man zerlege die in den Knotenpunkten wirkenden äufseren Kräfte P zunächst in Componenten a und b in den Sparren. Die nach dem Scheitel gerichtete Componente, welche a sein möge, führe man auf dem kürzesten Wege zum Scheitel und dabei entstehende seitliche Componenten, sowie die Componente b auf dem kürzesten Wege nach den nächsten Auflagerpunkten. Das Endergebnifs dieser Zerlegung sind Kräfte s in den Scheitelstäben und Kräfte S in den Auflagerpunkten. Für die Kräfte s setze man andere unbekannte Kräfte C in den Scheitelstäben ein, welche mit ihnen dieselbe Mittelkraft haben, d. h. als durch sie erzeugt angesehen werden können. Diese Kräfte C müssen so gewählt sein, dafs, wenn sie wiederum auf dem kürzesten Wege nach den Auflagerpunkten geleitet werden, sie dort Componenten ergeben, die sich mit den vorhin ermittelten ins Gleichgewicht setzen.

Man kann die Zerlegung auch in der Weise vornehmen, dafs man die äufseren Kräfte, wie in der Föppl'schen Methode, lediglich in Componenten, welche zu den nächsten Auflagerpunkten führen, zerlegt und dann unbekannte Spannungen in den Scheitelstäben annimmt, deren Componenten sich in den Auflagerpunkten mit jenen ins Gleichgewicht setzen.

Beides führt zu denselben Ergebnissen, die erstere Auffassung erscheint aber verständlicher und ist meistens in nachstehenden Berechnungen durchgeführt. Voraussetzung ist hierbei, dafs ebenso viel Scheitelstäbe als Auflagerpunkte vorhanden sind. Abweichungen hiervon sind am Schlufs dieses Abschnitts behandelt.

Sind die Belastungskräfte P und die Abmessungen des Systems bekannt, so können daraus alle vorhin angeführten Componenten unmittelbar berechnet bezw. construirt werden, mit Ausnahme der Kräfte C in den Scheitelstäben. Diese werden durch die oben angeführte Bedingung ermittelt, dafs sich ihre Componenten in den Auflagerpunkten mit den vorhin erwähnten Componenten ins Gleichgewicht setzen. Man kann auch sagen, was dasselbe ist, die Scheitelkräfte C werden derartig gewählt, dafs sie sich mit den äufseren Kräften ins Gleichgewicht setzen, und dieser Gleichgewichtszustand wird an den Auflagerpunkten untersucht bezw. durch Gleichungen festgestellt. Man braucht in jedem Auflagerpunkte nur eine Gleichung zur Feststellung des Gleichgewichts, welche ausdrückt, dafs in jedem Stabe des unteren Ringes die Spannungen an seinen Enden sich gegenseitig aufheben, denn die Gröfse der aufserdem vorhandenen lothrechten Componenten daselbst ist für den Gleichgewichtszustand gleichgültig, weil sie beliebige Stärke haben können und doch von den Auflagern aufgenommen werden. Man bildet daher soviel Gleichungen als Auflagerpunkte und unbekannte Kräfte C (wenn, wie gewöhnlich, soviel Scheitelstäbe als Auflagerpunkte vorhanden sind), und kann sämtliche Unbekannte und durch sie alle vorkommenden Spannungen ermitteln. Handelt es sich hierbei z. B.

um ein Vierundzwanzigeck mit beliebiger Anzahl von Ringen, so sind 24 Gleichungen anzusetzen, hat die schiefe Belastung aber eine Symmetrieachse, wie z. B. beim Angriff des Windes, so lassen sich die Gleichungen in der Regel auf die Hälfte einschränken. Es wird sich ferner zeigen, dafs sie sich in praktischen Fällen in der Regel fast auf ein Viertel, d. h. auf sieben zurückführen lassen, während man sonst, wie oben angegeben, für ein Vierundzwanzigeck mit vier Ringen 291 Gleichungen brauchte, und wenn man dieselben auch bei einer Symetrieachse der Belastung fast auf die Hälfte vermindern kann, so bleiben doch noch 146 Gleichungen.

Zerlegung der Kräfte.

Bevor man die obigen Gleichungen ansetzen kann, mufs man zunächst die Zerlegung der Kräfte P und C vornehmen. Föppl giebt hierfür eine schulgerechte graphostatische Methode an, mit einem Kräfteplane im Raume, welcher durch seine Projectionen in zwei Ebenen dargestellt wird. Einfacher dürfte jedoch folgendes Verfahren sein, welche lediglich nachstehende Elemente der Statik zur Grundlage hat:

1. Werden Kräfte durch Linien dargestellt, deren Längen den Gröfsen der Kräfte entsprechen, so lassen sich drei an einen Punkt und in einer Ebene wirkende Kräfte, welche sich im Gleichgewicht befinden, ihrer Gröfse und Richtung nach zu einem Dreieck zusammensetzen.

2. Ein Dreieck bleibt Dreieck in jeder beliebigen Projection, solange es nicht zur geraden Linie zusammenschrumpft.

Wählt man für die Kräftezerlegung die wagerechte Projection, d. h. die Grundrifsfläche, so geht aus 2. hervor, dafs je drei nach 1. zusammengehörige Kräfte auch in dieser Projection stets ein Dreieck bilden; für diejenigen Kraftdreiecke dagegen, welche in der Projection eine gerade Linie bilden, d. h. welche in den lotbrechten Ebenen der Sparren liegen, mufs die Zerlegung in einer Hülfsebene erfolgen. Darnach würde man sich mit Zeichnung eines einzigen Kräfteplanes im Grundrifs und einigen Hülfsconstructionen im Durchschnitt für alle Zerlegungen begnügen können. Das Zeichnen eines Kräfteplanes ist aber nicht erforderlich, weil man findet, dafs die Projectionen der Kraftdreiecke, wenn man noch wenige Hülfslinien zieht, ähnlich sind den Dreiecken der Construction im Grundrifs. Bei regelmäfsigem Grundrifs hat man deshalb nur für ein Feld, wie in Abb. 2 auf Blatt 18 angegeben, die genannen Grundrifslängen und aufserdem für den Querschnitt eines Sparrens mit den angrenzenden Diagonalen (s. Abb. 1 auf Blatt 18) einige Längen genau zu zeichnen oder auszurechnen, um alle Verhältnisse für die Zerlegung sämtlicher Kräfte zu besitzen.

Man führt die Zerlegung der Kräfte im Grundrifs vollständig durch und findet dann die wirklichen Längen der Kräfte aus der Bedingung, dafs sich dieselben zu ihren Grundrifslängen verhalten wie die wirklichen Längen der entsprechenden Stäbe zu ihren Grundrifslängen. Man drücke diese Verhältnisse, wie in Abb. 2 auf Bl. 18 angegeben, durch in Klammern eingeschlossene Zahlen aus. Dazu sei bemerkt, dafs für die Berechnung keineswegs genau ausgeführte Zeichnungen erforderlich sind, es genügen vielmehr Handzeichnungen mit den genau ausgerechneten Mafsen. Mufs aber doch eine genaue Zeichnung hergestellt werden, so kann man auch durch Zeichnen die erforderlichen Längen ermitteln, wenn sich nicht die Linien unter sehr spitzen Winkeln schneiden. Zweckmäfsig ist es dann, mit Rechnen und Zeichnen je nach Bequemlichkeit abzuwechseln. Ferner vereinfacht sich die Ermittlung ganz bedeutend, wenn man in jedem Trapeze zunächst zwei steife Diagonalen annimmt und erst am Schlusse die Spannungen für das Beibehalten nur einer Diagonale in jedem Trapeze näher bestimmt. Es ist nämlich bekannt, dafs, wenn man in einem Trapez mit zwei steifen Diagonalen eine fortläfst, oder in einem Trapeze mit einer Diagonale letztere durch eine andere ersetzt, sich dann nur die Spannungen in den Seiten dieses Trapezes, nicht aber die in den übrigen Trapezen ändern.

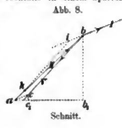
Nimmt man zwei steife Diagonalen an, so ergeben sich für die mittleren Ringe keine Spannungen, weshalb dieselben zunächst nicht zu berechnen sind.

Das Obige wird durch folgende Darstellungen deutlicher werden, wobei zunächst nur regelmäfsige vieleckige Grundrisse betrachtet werden sollen.

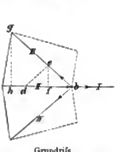
Die bei der Kraftzerlegung sich fortwährend wiederholenden Aufgaben zerfallen in drei Arten:

1. Die Kraft I in einem Sparrenstabe (s. Abb. 8, Grundrifs und Schnitt) soll in die Kraft II ebenfalls in einem Sparrenstabe und in die beiden Diagonalstabkräfte III und IV zerlegt werden. Man denke sich im Schnitt der Abbildung eine Ebene durch I und II gelegt und zerlege die gegebene Kraft I zunächst in II und V. Zieht man $a c$ parallel mit der Richtung von I, so ist Dreieck $a b c$ ähnlich dem fraglichen Kraftdreieck und seine Seiten verhalten sich wie die entsprechenden Kräfte. Da hier nur mit den Grundrifslängen derselben gerechnet werden soll, so zeichne oder berechne man die Projectionen $a c_1$ und $a b_1$, welche jenen proportional sind. Will man die den Kräften II und V entsprechenden Längen durch Zeichnung erhalten, so verlängere man I um die seiner Kraft entsprechende Länge über b hinaus bis i und ziehe $i k$ parallel zu V, dann entspricht $k b$ und $k i$ den Kräften II und V. Es ist aber V nur eine für die Hülfsconstruction ermittelte Kraft, dieselbe mufs noch in die Kräfte III und IV zerlegt werden. Dies geschieht in der Weise, dafs man sich in dem Grundrifs der Abb. 8 ihre wirkliche Grundrifslänge $b d$ eingetragen denkt (ein wirkliches Eintragen ist, wenn man rechnet, nicht erforderlich) und sie ferner in III und IV zerlegt. Zu diesem Zwecke ist eine mit IV parallele Linie $d e$ anzunehmen, dann ist das Dreieck $d e b$ das Kraftdreieck für die Grundrifslängen der Kräfte V, III und IV, wobei in regelmäfsigen Grundrissen III = IV ist. Zieht man die Lothrechten $e f$ und $g h$, so findet man $e b : b f = g b : h b$ oder, wenn man nur mit den in Abb. 6 auf Bl. 18 angegebenen Längen rechnet, folgendes: Es verhalten sich die Grundrifslängen der Kräfte I, II und V wie $a c_1 : a b_1 : c_1 b_1$ und die Grundrifslänge der Kraft V zu denen der Kräfte III und IV, wie $2\, b h : g b$.

Abb. 8.



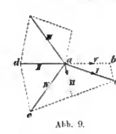
Schnitt.



Grundrifs.

Ist die Kraft I also gegeben, so kann man die Kräfte II, III und IV durch die im Grundrifs gegebenen Längen (siehe Blatt 18 Abb. 2) mit Hülfe einfacher Rechnung oder auch durch Zeichnen ermitteln.

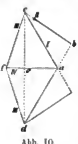
2. Die Diagonalkraft I (s. Abb. 9) soll in die Kräfte II, III und IV zerlegt werden.


Abb. 9.

Man denke die Kraft I zunächst in die Sparrenkraft V und Ringkraft VI zerlegt. Die Grundrifslängen dieser Kräfte verhalten sich wie die Seiten des Dreiecks abc, welche auf Blatt 18, Abb. 2 im Grundrifs angegeben sind. V wird in der vorhin angegebenen Weise zerlegt. VI gehört mit II und IV derselben Ebene an, kann also ohne weiteres in II und IV zerlegt werden und das in der Abbildung mit seinen Seitenlängen angegebene Dreieck ade giebt in diesen die Verhältnisse der Kräfte zu einander an.

3. Nach den Verfahren 1. und 2. werden die Kräfte bis zu den Auflagerpunkten auf kürzestem Wege zerlegt, dort ergeben sich deren Componenten in Sparren und Diagonalen, welche wiederum in lothrechte Kräfte und Ringspannungen zerlegt werden können. Wie oben erörtert, sind die ersteren für diesen Zweck gleichgültig und kommt es lediglich auf die letzteren an. Es ist für den Ansatz der Gleichungen aber bequemer, dort nur wagerechte, radiale Kräfte zu haben, in welche obige, wenn der Grundrifs ein regelmäfsiges Vieleck bildet, und nur lothrechte Belastungen vorkommen, sämtlich zerlegt werden können.

Die Kräfte in den Sparren sind in den Auflagerpunkten in einen lothrechten Auflagerdruck und die vorgenannte wagerechte radiale Kraft leicht zu zerlegen. Die Diagonalkraft I in Abb. 10 wird zunächst in die Sparrenkraft II und die Ringkraft III zerlegt, ihre Grundrifslängen verhalten sich wie die in der Zeichnung Abb. 2 auf Blatt 18 angegebenen Längen der Seiten des Dreieck abc. Die Ringspannungen III treten bei regelmäfsigen Grundrissen stets symmetrisch zu einem Auflagerpunkte auf, d. h. sie sind zu beiden Seiten desselben gleich grofs und es verhält sich $\text{III} : \frac{\text{IV}}{2}$ wie $cf : ef$, welche Längen in jener Abbildung ebenfalls angegeben sind, IV und II sind aber die für die Kräfte I gesuchten wagerechten radialen Kräfte.


Abb. 10.

Andere Lösungen kommen, solange es sich um Grundrisse handelt, welche als regelmäfsige Vielecke gestaltet sind, nicht vor, für unregelmäfsige Grundrisse ist am Schlusse dieses Abschnittes das nöthige bemerkt.

Die Ermittlungen der Spannungen sind für ein System ohne Spitze nach obigem leicht anzustellen, dagegen schwieriger für ein System mit Spitze. Die Unterschiede der Spannungen in beiden Systemen ergeben sich am deutlichsten aus den Ermittlungen für eine Einzellast. In den Abbildungen 1 bis 6 auf Blatt 18 sind deshalb zwei solcher Systeme von denselben Abmessungen und mit derselben Einzellast $P = 1$ in denselben Knotenpunkte und mit den durch P erzeugten Spannungen dargestellt. Beide Systeme haben doppelte schlaffe Diagonalen. Abb. 6 giebt die Spannungen in einem System ohne Spitze, Abb. 5 solche für ein System mit Spitze an. Die Breite der Striche bezw. Flächen entspricht den Stärken der Spannungen.

Die Ermittlungen in Abb. 6 sind in der oben angegebenen Weise vorgenommen und deshalb nicht weiter zu erörtern, wohl aber bedürfen die in Abbildungen 1 bis 5 auf Blatt 18 angegebenen Spannungen noch der Erörterung.

A. Ermittlung der durch eine Einzellast $P = 1$ erzeugten Spannungen in kuppelförmigen Systemen mit einer Spitze (s. die Abbildungen 1 bis 5 auf Blatt 18).

In Abb. 3 ist die Kraft $P = 1$ nach den oben bei 1, 2 und 3 angegebenen Verfahren zerlegt, es ergiebt sich eine Spannung im Scheitel und im nächsten Sparrenstabe, mit den radial wagerechten Componenten (Grundrifslängen) $s = S = 4{,}5\,P$, im mittelsten Auflagerpunkte eine solche $= 2{,}347\,S$. In den beiden anderen Auflagerpunkten ergiebt sich diese zu $0{,}777\,S$. Diese Ergebnisse sollen hier als Beispiel ausgerechnet werden.

P zerlegt sich in die beiden Kräfte I und II, ihrem Kraftdreieck ist das Dreieck abc (Abb. 1) ähnlich, deshalb sind die wagerechten Componenten von I und II $= 4{,}5\,P$ oder $= S$, welche Gröfse S der bequemeren Rechnung wegen als Einheit angenommen werden soll. Die Kraft II mit der wagerechten Componente $= S$ zerlegt sich in III und IV, $\triangle\,cde$ ist ihrem Kraftdreieck ähnlich, folglich ist die wagerechte Componente von IV $= \frac{S \cdot 4{,}50}{2{,}332} = 1{,}930\,S$, von III $= \frac{S \cdot 2{,}168}{2{,}332} = 0{,}930\,S$; III mufs in die beiden gleich grofsen Kräfte V und V_1 zerlegt werden. Nach obigen Erörterungen und dem Grundrifs Abb. 3 auf Blatt 18 verhält sich die wagerechte Componente von III zu der von V wie $2\,fe : cg$ bezw. nach Abb. 2 auf Bl. 18 wie $2 \cdot 2{,}691 : 7{,}268$, also ist die von V $= \frac{0{,}930\,S \cdot 7{,}268}{2 \cdot 2{,}691}$ $= 1{,}255\,S$. Die Kraft V ist zu zerlegen in die Componenten VI und VII, das Verhältnifs ihrer wagerechten Componenten wird durch die Seiten des Dreiecks cgi ausgedrückt und ist nach obigen Abbildungen $= 7{,}268 : 4{,}50 : 4{,}658$; mithin wagerechte Componente von VI $= \frac{1{,}255\,S \cdot 4{,}50}{7{,}268} = 0{,}777\,S$, wie angegeben, und VII $= \frac{1{,}255\,S \cdot 4{,}658}{7{,}268} = 0{,}803\,S$.

Die Kräfte VII treten symmetrisch zum Punkt e statt h auf, sind ihren wagerechten Componenten gleich und ergeben in demselben eine radiale wagerechte Kraft $= \frac{2 \cdot 0{,}803\,S \cdot 1{,}809}{6{,}988}$ $= 0{,}417\,S$. Hierzu tritt, wie oben ermittelt, $1{,}93\,S$, mithin, wie angegeben, zusammen $2{,}347\,S$.

In derselben Weise hat für eine beliebige Scheitelstabkraft eine Zerlegung in Abb. 4 auf Blatt 18 stattgefunden. Selbstverständlich ist, dafs, da die Spannungen eine Symmetrieachse haben, dieselben nur auf einer Seite und in dieser Achse auszurechnen sind.

Es ergeben sich in den Auflagerpunkten als radiale wagerechte Componenten, wenn C die wagerechte Componente einer Kraft im Scheitel darstellt, $9{,}608\,C$, $5{,}528\,C$ und $0{,}967\,C$. Die Zerlegung der Kraft C erfolgt am besten, wenn man sie (s. Abb. 4) zunächst in die Kräfte A, B und D zerlegt und für diese die Componenten ermittelt und addirt. Die Com-

ponenten von A und B sind proportional den oben berechneten Componenten von II, was die Rechnung sehr vereinfacht.

In Abb. 5 auf Bl. 18 ist die Bezeichnung der Auflagerpunkte und der C Kräfte angegeben. Soll Gleichgewicht eintreten, so müssen sich die radialen wagerechten Componenten der Scheitelkräfte unter sich und mit denen der Kraft P zu einer in allen Auflagerpunkten gleich grofsen Kraft ergänzen, welche mit G bezeichnet werden möge. Man hat dann nach obigem, und wenn man berücksichtigt, dafs die Spannungen zu beiden Seiten von P symmetrisch vertheilt sein müssen, folgendes:

Im Auflagerpunkte 0, $G = 2,347\,S - 9,608\,C_0 + 2 \cdot 5,528\,C_1 - 2 \cdot 0,967\,C_2$;
desgl. 1, $G = -0,777\,S - 9,608\,C_1 + 5,528\,(C_0 + C_2) - 0,967\,(C_1 + C_3)$;
desgl. 2, $G = -9,608\,C_2 + 5,528\,(C_1 + C_3) - 0,967\,(C_0 + C_4)$;
desgl. 3, $G = -9,608\,C_3 + 5,528\,(C_2 + C_4) - 0,967\,(C_1 + C_5)$;
desgl. 4, $G = -9,608\,C_4 + 5,528\,(C_3 + C_5) - 0,967\,(C_2 + C_6)$;
desgl. 5, $G = -9,608\,C_5 + 5,528\,(C_4 + C_6) - 0,967\,(C_3 + C_5)$;
desgl. 6, $G = -9,608\,C_6 + 2 \cdot 5,528\,C_5 - 2 \cdot 0,967\,C_4$.

Es sind sieben Gleichungen mit acht Unbekannten vorhanden, die unbekannte Gröfse G verschwindet aber, wenn man jede Gleichung von der vorhergehenden abzieht und wenn man noch die Differenzen der Gröfsen C einführt, sodafs $C_0 - C_1 = c_1$; $C_1 - C_2 = c_2$; $C_2 - C_3 = c_3$ und überhaupt: $C_n - C_n + 1 = c_n + 1$ gesetzt wird; und wenn man die einzelnen Glieder nach c_1, c_2, c_3 usw. ordnet, erhält man folgende sechs Gleichungen mit sechs Unbekannten, nämlich:

1. $3,124\,S - 15,136\,c_1 + 6,495\,c_2 - 0,967\,c_3 = 0$;
2. $-0,777\,S + 6,495\,c_1 - 9,608\,c_2 + 5,528\,c_3 - 0,967\,c_4 = 0$;
3. $-0,967\,c_1 + 5,528\,c_2 - 9,608\,c_3 + 5,528\,c_4 - 0,967\,c_5 = 0$;
4. $-0,967\,c_2 + 5,528\,c_3 - 9,608\,c_4 + 5,528\,c_5 - 0,967\,c_6 = 0$;
5. $-0,967\,c_3 + 5,528\,c_4 - 9,608\,c_5 + 6,495\,c_6 = 0$;
6. $-0,967\,c_4 + 6,495\,c_5 - 15,136\,c_6 = 0$;

Man erhält aus 1., 2. und 3. bezw.:

7. $c_1 = 0,2064\,S + 0,4291\,c_2 - 0,0639\,c_3$;
8. $c_1 = 0,1196\,S + 1,4793\,c_2 - 0,8511\,c_3 + 0,1489\,c_4$;
9. $c_1 = 5,7166\,c_2 - 9,9359\,c_3 + 5,7166\,c_4 - c_5$.

Zieht man die Gleichungen 8 von 7 und 9 von 8 ab und entwickelt daraus c_2, so hat man:

10. $c_2 = 0,0827\,S + 0,7496\,c_3 - 0,1418\,c_4$;
11. $c_2 = 0,0282\,S + 2,1410\,c_3 - 1,3140\,c_4 + 0,2360\,c_5$.

Aus Gleichung 4 erhält man:

12. $c_2 = 5,7166\,c_3 - 9,9359\,c_4 + 5,7166\,c_5 - c_6$.

Zieht man die Gleichung 11 von 10 und Gleichung 12 von 11 ab und entwickelt daraus c_3, so hat man:

13. $c_3 = 0,0391\,S + 0,8406\,c_4 - 0,1690\,c_5$;
14. $c_3 = 0,0079\,S + 2,4134\,c_4 - 1,5341\,c_5 + 0,2796\,c_6$.

Aus Gleichung 5 erhält man:

15. $c_3 = 5,7166\,c_4 - 9,9359\,c_5 + 6,7166\,c_6$.

Zieht man Gleichung 14 von 13 und Gleichung 15 von 14 ab und entwickelt daraus c_4, so ergiebt sich:

16. $c_4 = 0,0198\,S + 0,8679\,c_5 - 0,1777\,c_6$;
17. $c_4 = 0,024\,S + 2,5435\,c_5 - 1,9487\,c_6$.

Gleichung 6 ergiebt:

18. $c_4 = 6,7166\,c_5 - 15,6525\,c_6$.

Auf demselben Wege, wie oben, findet man:

19. $c_5 = 0,0104\,S + 1,0569\,c_6$;
20. $c_5 = 0,0006\,S + 3,2338\,c_6$;

und schliefslich $c_6 = 0,005\,S$.

Setzt man den Werth von c_6 in Gleichung 19 oder 20 ein, so ergiebt sich c_5; setzt man diese beiden Werthe in Gleichung 16, 17 oder 18 ein, so ergiebt sich c_4, usw., und zwar erhält man $c_1 = 0,256$; $c_2 = 0,125$; $c_3 = 0,063$; $c_4 = 0,032$; $c_5 = 0,015$; $c_6 = 0,005$.

Sollen die Scheitelkräfte durch die Componente von P erzeugt sein, so mufs ferner die lothrechte Componente von dieser P Componente gleich der Summe der lothrechten Componenten der Scheitelkräfte sein; oder, wenn α der Neigungswinkel der Scheitelstäbe ist, so mufs $S \operatorname{tng} \alpha = \Sigma C_n \operatorname{tng} \alpha$, oder $S = \Sigma C_n$, oder $S = 12\,C_0 - 11\,c_1 - 9\,c_2 - 7\,c_3 - 5\,c_4 - 3\,c_5 - c_6$ sein.

Die Werthe c_1, c_2 usw. eingesetzt, ergiebt: $S = 12\,C_0 - (2,816 + 1,125 + 0.441 + 0,160 + 0,045 + 0,005)\,S$ oder $C_0 = 0,466\,S$, $C_1 = 0,210\,S$, $C_2 = 0,085\,S$, $C_3 = 0,022\,S$, $C_4 = -0,010\,S$, $C_5 = -0,025\,S$, $C_6 = -0,030\,S$. Entwickelt man hiernach aus den ersten Formeln G, so ergiebt sich dies $= 0,025\,S$.

Es ist selbstverständlich, dafs die letzte Decimalstelle vorstehender Zahlen nicht mehr vertreten werden kann.

Da ferner die Kräfte C ebensowohl als ihre Differenzen in der Nähe von P am gröfsten sind, weiterhin aber sehr klein werden, so ist daraus im allgemeinen ersichtlich, dafs, wie es auch Abb. 5 auf Blatt 18 angiebt, dies für alle übrigen Spannungen zutreffen mufs; und da nur die Ermittlungen der gröfsten Spannungen einen praktischen Werth haben, diese aber nur in der Nähe der Einzelkraft P vorkommen, so handelt es sich in praktischen Fällen nur darum, die Kräfte in der Nähe von P zu ermitteln. Hier aber sind sie sämtlich ermittelt, um ihr Verhältnifs zu einander kennen zu lernen.

Zunächst ist hier wohl noch eines möglichen Einwandes zu gedenken, der gegen diese Berechnung gemacht werden könnte, nämlich desjenigen, dafs der Gleichgewichtszustand eine Erfüllung von drei Gleichungen in jedem Knotenpunkte erfordert, und dafs es fraglich bleibt, ob diese grofse Zahl von Gleichungen durch die wenigen oben angesetzten Gleichungen erfüllt ist. Dem gegenüber ist zu bemerken, dafs vor Ansatz dieser Gleichungen bereits Constante durch Zerlegung der Kräfte ermittelt sind, welche die in jenen Gleichungen enthaltenen Bedingungen erfüllen, denn die Zerlegungen bedingen es, dafs alle für die Kräfte P und C ermittelten Componenten sich mit ihnen im Gleichgewicht erhalten, und falls man an irgend einem Punkte, unter Einsetzen der gefundenen Werthe, die Probe durch Berechnung oder Construction macht, so findet man, dafs alle Gleichungen erfüllt werden, soweit sich nicht, wie oben bemerkt, Differenzen in den letzten Decimalstellen ergeben.

Nachstehende Tabelle giebt in der ersten Reihe die Componenten einer Kraft $C_n = 1$, in den folgenden die der Kräfte C_0 bis C_6, welche die Producte aus diesen und den Zahlen in der ersten Reihe sind.

Tabelle I. Wagerechte Componenten der Scheitelkräfte C.

Scheitelkräfte	Componente in den Sparren			Componente in den Diagonalen				Componente in dem untersten Ringe	
$C_n = 1$ [1]	+ 2,821	+ 5,445	− 2,816	− 1,542	− 3,540	+ 2,231	+ 1,561	− 0,999	+ 1,266
$C_0 = +0,466$	+ 1,315	+ 2,537	− 1,312	− 0,719	− 1,650	+ 1,040	+ 0,727	− 0,466	+ 0,590
$C_1 = +0,210$	+ 0,592	+ 1,143	− 0,591	− 0,324	− 0,743	+ 0,469	+ 0,328	− 0,210	+ 0,266
$C_2 = +0,085$	+ 0,240	+ 0,463	− 0,239	− 0,131	− 0,301	+ 0,190	+ 0,133	− 0,085	+ 0,108
$C_3 = +0,022$	+ 0,062	+ 0,120	− 0,062	− 0,034	− 0,078	+ 0,049	+ 0,034	− 0,022	+ 0,028
$C_4 = -0,010$	− 0,028	− 0,054	+ 0,028	+ 0,015	+ 0,035	− 0,022	− 0,016	+ 0,010	− 0,013
$C_5 = -0,025$	− 0,071	− 0,136	+ 0,070	+ 0,039	+ 0,088	− 0,056	− 0,039	+ 0,025	− 0,032
$C_6 = -0,030$	− 0,085	− 0,163	+ 0,084	+ 0,046	+ 0,106	− 0,067	− 0,047	+ 0,030	− 0,038

Diese Kräfte der zweiten bis achten Reihe sind in Abb. 9 auf Bl. 18 eingeschrieben.

Da nun schlaffe Diagonalen angenommen sind und in jedem Felde nur eine Diagonale wirksam gedacht werden soll, so mufs die Hälfte der Diagonalen fortfallen. Die in zwei Diagonalen desselben Trapezes wirkenden Kräfte sind deshalb addirt und die Summen ebenfalls in Abb. 9 auf Bl. 18 in den verbleibenden Diagonalen angegeben. Die Spannungen der fortfallenden Diagonalen sind in Klammern ( ) eingeschlossen.

Durch den Fortfall einer Diagonale entstehen, wie bemerkt, nur Spannungen in den Sparren und Ringstäben desselben Trapezes, während dies auf die übrigen Trapeze keinen Einflufs ausübt.

Wenn in Abb. 11 die fortfallenden Diagonalen mit a und b bezeichnet sind, so bezeichnen die anderen Gröfsen die hierfür in den Ringen und Sparren anzusetzenden Kräfte. Es darf hier wohl nicht unerwähnt bleiben, dafs, wenn beide schlaffe Diagonalen eines Trapezes auf Zug beansprucht werden, die obige Kraftvertheilung nicht mit Sicherheit nachweisbar ist, dafs dann vielmehr ein statisch unbestimmter Fall eintritt, der aber für die Praxis unwichtig ist. Will man ihn vermeiden, so darf jedes Feld nur eine Diagonale haben.

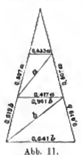


Abb. 11.

Endlich sind für den untersten Ring noch die Componenten für die in den Auflagerpunkten wirkenden Kräfte

$G = 0{,}025\,S$ überall $= \dfrac{0{,}025 \cdot 6{,}988}{2 \cdot 1{,}809} = 0{,}048$ in Abb. 9 auf Bl. 18 eingetragen und die Summen aller Werthe der wagerechten Componenten von den Spannungen der einzelnen Constructionstheile mit unterstrichenen Zahlen angegeben. Da deren Einheit $= S$ ist, so werden sie auf P reducirt, wenn man sie mit $S = 4{,}5\,P$ multiplicirt, und um die in den Stäben wirkenden Kräfte, deren wagerechte Componente sie sind, zu erhalten, müssen sie noch mit den in Abb. 2 auf Bl. 18 angegebenen Verhältnifszahlen multiplicirt werden. Es ergeben sich dann die in Abb. 5 auf Bl. 18 angegebenen Gröfsen.

Vergleicht man die so gefundenen Ergebnisse mit denen in Abb. 6 auf Bl. 18 für ein System ohne Spitze und mit festen Auflagerpunkten angegebenen, so findet man, dafs in letzterem die gröfste Spannung $= 25{,}75\,P$, in ersterem dagegen nur $4{,}01\,P$ beträgt, also weniger als $^1/_6$, wodurch der ungemein günstige Einflufs der Spitze für die Lastvertheilung nachgewiesen ist.

Wenn man nach obigem die Spannungen für jede Einzellast ermitteln kann, so kann man dies auch für jede beliebige schiefe Belastung, da sich dieselbe aus Einzellasten zusammensetzt.

Hat man die durch eine Einzellast P im Knotenpunkte eines Ringes erzeugten Spannungen ermittelt, so findet man die einer anderen Einzellast P_1 in einem anderen Knotenpunkte desselben Ringes, indem man jene sämtlich mit $\dfrac{P_1}{P}$ multiplicirt.

Die vollständige oben gegebene Berechnung wäre darnach für jeden Ring einmal durchzuführen und würden schliefslich alle in jedem Stabe zu ermittelnden Spannungen zu addiren sein. Dieses Verfahren ist aber sehr zeitraubend, und es ergiebt sich nachstehend, wie man in praktischen Fällen, in denen es sich um Schnee- und Windlast handelt, die Spannungen für schief vertheilte Belastung, auf kürzerem Wege als für eine einzige Einzellast ermitteln kann.

Als Beispiel ist hier ein System (siehe Abb. 7 und 8 auf Blatt 18) gewählt, welches den ausgeführten Schwedler'schen ähnlich ist, nämlich ein Vierundzwanzigeck mit vier Ringen.

B. Ermittlung der Spannungen für lothrechte Belastung durch schief vertheilten Schnee- und Winddruck auf kuppelförmige Systeme mit einer Spitze.

In den Schwedler'schen Berechnungen ist die Belastung so angenommen, dafs eine Hälfte des Daches am meisten und eine Hälfte desselben gar nicht belastet ist (selbstverständlich vom Eigengewicht abgesehen).

Es ist diese Belastung wohl wegen der nur annähernden Berechnung für schiefe Belastung zu ungünstig im Vergleich zur Wirklichkeit gewählt, denn nur bei einem Satteldach ist ein so plötzlicher Wechsel denkbar. Bei einer Kuppel, in der die Neigungswinkel der Flächen allmählich wechseln, wechselt auch der Winddruck allmählich, ebenso kann auch Sonnenwärme oder Wind nur einen allmählichen Wechsel bezw. eine allmähliche Verminderung der Scheemassen herbeiführen. Am einfachsten würde die Annahme sein, dafs diese Abnahme für jedes Feld der Kuppel, welches vom Scheitel bis zum Auflager reichend gedacht sein soll, in gleichem Mafse erfolge. Diese Annahme erscheint aber zu günstig, weil eine so gleichmäfsige Abnahme für den Wind nachweislich nicht stattfindet und dieselbe für den Schnee nicht nachgewiesen ist. Es ist deshalb nachstehend die für die Berechnung bequemere und doch gegen obige ungünstigere Annahme gemacht, dafs die zufällige Belastung für je zwei Felder gleichmäfsig abnehme, sodafs zwei Felder die volle Maximalbelastung und die beiden entgegengesetzten keine Belastung (aufser Eigengewicht) haben. Dazwischen haben stets zwei Felder gleiche Belastung, welche in gleichen Stufen abnimmt. Es ergiebt sich dann, dafs wenn in einem 2_n-Eck der am meisten belastete Sparren die Last p auf 1 qm Grundfläche

[1] Siehe Abb. 4 auf Bl. 18.

trägt, der rechts und links belegene $p\,(1 - \frac{1}{n})$, die folgenden $p\,(1 - \frac{2}{n})$, $p\,(1 - \frac{3}{n})$ .... bis $p\,(1 - \frac{n}{n})$ zu tragen haben, d. h. der letzte Sparren wird durch keine zufällige Last belastet.

Unter dieser Voraussetzung läfst sich die Zahl der anzusetzenden Gleichungen sehr vermindern, wobei jedoch ersichtlich sein wird, dafs dieselbe Verminderung sich auch bei der Schwedler'schen Annahme der schiefen Belastung durchführen läfst. Es ist nicht zu bestreiten, dafs die Richtigkeit der oben angenommenen Vertheilung der schiefen Belastung angefochten werden kann. Solange aber darüber Meinungsverschiedenheiten obwalten, ob der Winddruck dem Neigungswinkel zwischen Fläche und Windrichtung, oder, wie theoretisch richtig, dem Quadrate dieses Winkels entspricht, solange ferner die Abnahme der Schneebelastung nicht durch Beobachtungen bekannt ist, wird man bei obiger Voraussetzung wohl stehen bleiben können, mit der Beruhigung, keine im Vergleich zur Wirklichkeit zu günstige Annahme gemacht zu haben, da ja schon die erste Voraussetzung, dafs die beiden dem Winde zugekehrten Flächen die Maximal-, die beiden entgegengesetzten die Minimalbelastung zu tragen haben, im Vergleich zur Wirklichkeit zu ungünstig ist, da auch diese Flächen allmählich in einander übergehen.

Das für die Berechnung gewählte Beispiel eines regelmäfsigen Vierundzwanzigecks hat vier Ringe, die Auflagerpunkte liegen in einem Kreise von 24 m, die Knotenpunkte der Ringe in Kreisen von 4, 5, 9,0 und 13,5 m Durchmesser. Die Höhe beträgt 6 m, die Knotenpunkte eines Sparrens liegen in einer solchen Curve, dafs die Sparren bei gleichmäfsig über die Grundfläche vertheilter Belastung dieselbe allein, ohne Mitwirkung der mittleren Ringe und der Diagonalen tragen und nur den untersten Ring in Spannung versetzen.

Die Scheitelstäbe sind wagerecht angenommen, weil unter dieser Voraussetzung die von ihnen zu übertragenden Kräfte auch durch einen inneren ausgesteiften Ring ersetzt werden können, wie weiter unten näher erörtert werden soll. Es darf nicht unerwähnt bleiben, dafs bei unbedingt wagerechten Scheitelstäben die Spitze in einem Fachwerk eine Ebene bildet, sodafs dort anstatt drei nur zwei Gleichungen angesetzt werden können, weshalb also eine Unbekannte, bezw. ein Scheitelstab fortfallen müfste; es ist hier aber in der Spitze ein unendlich kleiner Winkel $d\alpha$ angenommen, welcher sich stets bildet, wenn dort keine Aussteifung vorhanden ist. Bei Ermittlung der Stabanzahl des inneren ausgesteiften Ringes ist dieser Winkel $d\alpha$ dagegen gleich 0 gesetzt.

Die gröfste zufällige Belastung ist übereinstimmend mit den Schwedler'schen Berechnungen zu 100 kg auf 1 qm Grundfläche angenommen.

In Abb. 7 auf Bl. 18 ist der Querschnitt, in Abb. 8 sind die Grundrifslängen der Stäbe eines Feldes und in Klammern ihr Verhältnifs zu den wirklichen Längen angegeben. Da hier jeder Sparren derartig belastet ist, dafs die Einzellasten in Componenten, welche in den Sparren liegen, zerlegt werden können, so ist hier die auf Seite 56 dargestellte Zerlegung der Einzellasten in Componenten nicht erforderlich, man weifs vielmehr von vornherein, dafs in diesem Falle jeder Sparren in seinem Scheitelstabe und in seinem Auflagerpunkte einen Schub ausübt, dessen wagerechte Componente in beiden Fällen gleich grofs ist und mit H bezeichnet werden soll.

Bezeichnet man den am meisten belasteten Sparren, sowie seinen Auflagerpunkt mit 0, so sei für diesen $H = S$, im nächsten Sparren links Nr. $1 = \frac{11}{12} S$; in den Sparren links Nr. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 = $\frac{10}{12} S, \frac{9}{12} S, \frac{8}{12} S, \frac{7}{12} S, \frac{6}{12} S, \frac{5}{12} S, \frac{4}{12} S, \frac{3}{12} S, \frac{2}{12} S, \frac{1}{12} S, 0\,S$. Die rechts vom Sparren 0 belegenen Sparren sind symmetrisch zu den vorigen belastet. Für diese Scheitelkräfte sind nun andere mit C_n bezeichnete Kräfte zu setzen, welche mit ihnen dieselbe Mittelkraft haben und deren wagerechte Componenten in den Auflagerpunkten sich mit den wagerechten Componenten der Sparrenschubkräfte daselbst, also mit $S, \frac{11}{12} S, \frac{10}{12} S \ldots \frac{1}{12} S, 0\,S$ ins Gleichgewicht setzen, bezw. gleich grofse radial wagerechte Componenten G ergeben sollen. Die Zerlegung der Kräfte C_n in Componenten erfolgt wieder in der oben angegebenen Weise, d. h. auf dem kürzesten Wege zu den nächsten Auflagerpunkten.

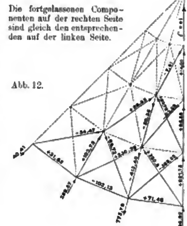


Abb. 12.

Abb. 12 ergiebt diese Zerlegung für $C_n = +1$.

Es ergiebt sich die wagerechte Componente im mittelsten Auflagerpunkte $a = 1066{,}92\,C$, in den folgenden $b = 775{,}79$, $c = 282{,}87$ und $d = 40{,}41$; darnach ist, wenn C_0, C_1, C_2 usw. die Scheitelkräfte für die Sparren 0, 1, 2, 3 usw. sind:

Im Knotenpunkte 0, $G = S - a\,C_0 + 2\,b\,C_1 - 2\,c\,b_2 + 2\,d\,C_3$;
desgl. 1, $G = \frac{11}{12} S - a\,C_1 + b\,(C_0 + C_2) - c\,(C_1 + C_3) + d\,(C_2 + C_4)$;
desgl. 2, $G = \frac{10}{12} S - a\,C_2 + b\,(C_1 + C_3) - c\,(C_0 + C_4) + d\,(C_1 + C_5)$;
desgl. 3, $G = \frac{9}{12} S - a\,C_3 + b\,(C_2 + C_4) - c\,(C_1 + C_5) + d\,(C_0 + C_6)$;
desgl. 4, $G = \frac{8}{12} S - a\,C_4 + b\,(C_3 + C_5) - c\,(C_2 + C_6) + d\,(C_1 + C_7)$;
desgl. 5, $G = \frac{7}{12} S - a\,C_5 + b\,(C_4 + C_6) - c\,(C_3 + C_7) + d\,(C_2 + C_8)$;
desgl. 6, $G = \frac{6}{12} S - a\,C_6 + b\,(C_5 + C_7) - c\,(C_4 + C_8) + d\,(C_3 + C_9)$;
desgl. 7, $G = \frac{5}{12} S - a\,C_7 + b\,(C_6 + C_8) - c\,(C_5 + C_9) + d\,(C_4 + C_{10})$;
desgl. 8, $G = \frac{4}{12} S - a\,C_8 + b\,(C_7 + C_9) - c\,(C_6 + C_{10} + d\,(C_5 + C_{11})$;
desgl. 9, $G = \frac{3}{12} S - a\,C_9 + b\,(C_8 + C_{10}] - c\,(C_7 + C_{11}) + d\,(C_6 + C_{12})$;
desgl. 10, $G = \frac{2}{12} S - a\,C_{10} + b\,(C_9 + C_{11}) - c\,(C_8 + C_{12}) + d\,(C_7 + C_{11})$;
desgl. 11, $G = \frac{1}{12} S - a\,C_{11} + b\,(C_{10} + C_{12}) - c\,(C_9 + C_{11}) + d\,(C_8 + C_{10})$;
desgl. 12, $G = - a\,C_{12} + 2\,b\,C_{11} - 2\,c\,C_{10} + 2\,d \cdot C_9$.

Zieht man von jeder dieser Gleichungen die nachfolgende ab und setzt $C_0 - C_1 = e_1$, $C_1 - C_2 = e_2$, $C_2 - C_3 = e_3$, $C_3 - C_4 = e_4$ usw., so ergiebt sich:

$$-\tfrac{1}{12} S = -a e_1 + b(-e_1 + e_2) - c(-e_2 + e_3) + d(-e_3 + e_4);$$
$$-\tfrac{1}{12} S = -a e_2 + b(e_1 + e_3) - c(-e_1 + e_4) + d(-e_2 + e_5);$$
$$-\tfrac{1}{12} S = -a e_3 + b(e_2 + e_4) - c(e_1 + e_5) + d(-e_1 + e_6);$$
$$-\tfrac{1}{12} S = -a e_4 + b(e_3 + e_5) - c(e_2 + e_6) + d(e_1 + e_7);$$
$$-\tfrac{1}{12} S = -a e_5 + b(e_4 + e_6) - c(e_3 + e_7) + d(e_2 + e_8);$$
$$-\tfrac{1}{12} S = -a e_6 + b(e_5 + e_7) - c(e_4 + e_8) + d(e_3 + e_9);$$
$$-\tfrac{1}{12} S = -a e_7 + b(e_6 + e_8) - c(e_5 + e_9) + d(e_4 + e_{10});$$
$$-\tfrac{1}{12} S = -a e_8 + b(e_7 + e_9) - c(e_6 + e_{10}) + d(e_5 + e_{11});$$
$$-\tfrac{1}{12} S = -a e_9 + b(e_8 + e_{10}) - c(e_7 + e_{11}) + d(e_6 + e_{12});$$
$$-\tfrac{1}{12} S = -a e_{10} + b(e_9 + e_{11}) - c(e_8 + e_{12}) + d(e_7 - e_{12});$$
$$-\tfrac{1}{12} S = -a e_{11} + b(e_{10} + e_{12}) - c(e_9 - e_{12}) + d(e_8 - e_{11});$$
$$-\tfrac{1}{12} S = -a e_{12} + b(e_{11} - e_{12}) - c(e_{10} - e_{11}) + d(e_9 - e_{10});$$

Man hat also zwölf Gleichungen mit zwölf Unbekannten: e_1 bis e_{12}; vertauscht man aber e_1 mit e_{12}, e_2 mit e_{11}, e_3 mit e_{10}, e_4 mit e_9, e_5 mit e_8 und e_6 mit e_7, so ergiebt sich aus der ersten Gleichung die letzte, nämlich $-\frac{1}{12} S = -a e_{12} + b(-e_{12} + e_{11}) - c(-e_{11} + e_{10}) + d(-e_{10} + e_9)$, aus der zweiten Gleichung die vorletzte Gleichung, usw. Wenn nun zwölf Gleichungen die Bedingungen erfüllen, dafs man ihre zwölf Unbekannten in der angegebenen Weise vertauschen kann, so folgt daraus, dafs die zu vertauschenden Gröfsen einander gleich sein müssen. Man hat darnach nur sechs Unbekannte und braucht dazu nur sechs Gleichungen.

Es läfst sich, wie schon bemerkt, in derselben Weise leicht nachweisen, dafs auch bei der Schwedler'schen Voraussetzung einer zur Hälfte voll belasteten Kuppel die Zahl der Gleichungen und Unbekannten sich auf sechs einschränken läfst. Wählt man von den obigen Gleichungen die ersten sechs aus, setzt darin $e_7 = e_6$ und $e_8 = e_5$, zieht ferner von jeder Gleichung die folgende ab und setzt die Werthe für a, b, c und d ein, so erhält man:

aus 1, $e_1 = 0{,}7465\, e_2 - 0{,}3788\, e_3 + 0{,}1114\, e_4 - 0{,}0139\, e_5$;
aus 2, $e_1 = 1{,}3627\, e_2 - 1{,}3331\, e_3 + 0{,}7661\, e_4 - 0{,}2339\, e_5 + 0{,}0292\, e_6$;
aus 3, $e_1 = 2{,}9109\, e_2 - 5{,}0667\, e_3 + 5{,}0667\, e_4 - 2{,}9109\, e_5 + 0{,}7778\, e_6$;
aus 4, $e_1 = 8{,}0000\, e_2 - 26{,}1980\, e_3 + 45{,}6003\, e_4 - 44{,}6003\, e_5 + 18{,}1980\, e_6$.

Zieht man von jeder dieser Gleichungen die vorhergehende ab und entwickelt e_2, so ergiebt sich:

$e_2 = 1{,}5492\, e_3 - 1{,}0625\, e_4 + 0{,}3570\, e_5 - 0{,}0470\, e_6$;
$e_2 = 2{,}4114\, e_3 - 2{,}7778\, e_4 + 1{,}7291\, e_5 - 0{,}4829\, e_6$;
$e_2 = 4{,}1522\, e_3 - 7{,}9648\, e_4 + 8{,}1919\, e_5 - 3{,}4230\, e_6$;

und aus 5:

$e_2 = 8{,}0000\, e_3 - 25{,}1980\, e_4 + 37{,}6003\, e_5 - 19{,}4024\, e_6$;

Wie vor und nach e_3 entwickelt, giebt

$e_3 = 1{,}9894\, e_4 - 1{,}5914\, e_5 + 0{,}5058\, e_6$;
$= 2{,}9797\, e_4 - 3{,}7125\, e_5 + 1{,}6886\, e_6$;
$= 4{,}4787\, e_4 - 7{,}6429\, e_5 + 4{,}1528\, e_6$.

Wie vor und nach e_4 entwickelt, giebt

$e_4 = 2{,}1419\, e_5 - 1{,}1914\, e_6$ $e_4 = 2{,}6220\, e_5 - 1{,}6139\, e_6$, und schliefslich $e_5 = 0{,}9363\, e_6$. Durch Einsetzen dieses Werthes und der durch denselben zu ermittelnden Werthe in die obigen Formeln erhält man:

$e_4 = 0{,}8111\, e_6$, $e_3 = 0{,}6294\, e_6$, $e_2 = 0{,}4002\, e_6$ und $e_1 = 0{,}1377\, e_6$.

Am besten ermittelt man e_6 aus der in der Spitze vorhandenen Gleichgewichtsbedingung, dafs die Summe der Componenten der C_n- und der S-Kräfte nach einer Achse in der Windrichtung, welche die Symmetrieachse der schiefen Belastung bildet, einander gleich sein müssen, folglich:

$$6.\quad S + 2\left(\frac{11}{12} - \frac{1}{12}\right) S \sin 75^\circ + 2\left(\frac{10}{12} - \frac{2}{12}\right) S \sin 60^\circ + 2\left(\frac{11}{12} - \frac{3}{12}\right) S \sin 45^\circ + 2\left(\frac{8}{12} - \frac{4}{12}\right) S \sin 30^\circ + 2\left(\frac{7}{12} - \frac{5}{12}\right) S \sin 15^\circ =$$
$$C_0 - C_{12} + 2(C_1 - C_{11}) \sin 75^\circ + 2(C_2 - C_{10}) \sin 60^\circ + 2(C_3 - C_9) \sin 45^\circ + 2(C_4 - C_8) \sin 30^\circ + 2(C_5 - C_7) \sin 15^\circ.$$

Setzt man diese Werthe von e ein und $\sin 75^\circ = 0{,}9659$, $\sin 60^\circ = 0{,}8660$, $\sin 45^\circ = 0{,}7071$, $\sin 30^\circ = 0{,}5000$ und $\sin 15^\circ = 0{,}2588$, so ergiebt sich:

$$4{,}89130\, S = 2 e_1 + 5{,}8637\, e_2 + 9{,}3278\, e_3 + 12{,}1563\, e_4 + 14{,}1563\, e_5 + 15{,}1916\, e_6,$$
$$= (0{,}2754 + 2{,}3467 + 5{,}8709 + 9{,}8600 + 13{,}2545 + 15{,}1916)\, e_6, \text{ mithin}$$

$e_6 = 0{,}1045\, S$, und mittels dieses Werthes findet man: $e_5 = 0{,}0978\, S$, $e_4 = 0{,}0848\, S$, $e_3 = 0{,}0658\, S$, $e_2 = 0{,}0418\, S$, $e_1 = 0{,}0144\, S$.

Den Werth von einem C ermittelt man am einfachsten wie im vorigen Beispiel, indem man die lothrechte Mittelkraft der C Kräfte und der S Kräfte einander gleich setzt. In diesem Falle denkt man sich, wie schon bemerkt, die Stäbe im Scheitel, um den unendlich kleinen Winkel $d\alpha$ gegen den Horizont geneigt, dann ergiebt sich:

$$\operatorname{tng} d\alpha\, S \left[1 + 2\left(\frac{11 + 10 + 9 \ldots + 2 + 1}{12}\right)\right]$$
$$= \operatorname{tng} d\alpha \left[C_0 + C_{12} + 2\left(\frac{C_1 + C_2 + \ldots C_{10} + C_{11}}{12}\right)\right].$$

Auf beiden Seiten kann man den Factor $\operatorname{tng} d\alpha$ fortlassen und ferner ist wegen der oben nachgewiesenen Gleichartigkeit der Differenzen $C_0 + C_{12} = 2\, C_6$, $C_1 + C_{11} = 2\, C_6$ usw.:

7. $C_n + C_{12-n} = 2\, C_6$. Darnach ergiebt die vorige Gleichung $12 \cdot S = 24 \cdot C_6$, oder

8. $C_6 = \dfrac{S}{2}$.

Setzt man ferner die Gleichung für den Werth G für jeden Auflagerpunkt an und summirt diese Werthe, so ergiebt sich aus den Gleichungen im Anfange dieser Herleitung

$$24\,G = 12\,S + (C_0 + 2\,[C_1 + C_2 + C_3 \ldots C_{11}] + C_{12}) \times (-a + 2\,b - 2\,c + 2\,d),$$

mithin

$$9.\quad 24\,G = 12\,S + \Sigma C(-a + 2\,b - 2\,c + 2\,d)$$

oder nach obigem

$$24\,G = 12\,S + 12\,S(-a + 2\,b - 2\,c + 2\,d)$$

oder, die obigen Werthe eingesetzt, $G = 0{,}37\,S$.

Man ersieht aus den Gleichungen 7, 8 und 9, welche für jedes in dieser Weise belastete System gelten, dafs sich zur Ermittlung der Unbekannten auch ein anderer Weg als der gewählte einschlagen läfst. Es läfst sich nämlich G von vornherein durch Gleichung 9 bestimmen, aus 8 ergiebt sich $C_6 = \frac{S}{2}$ und es können aus Gleichung 7 die Werthe C_7 bis C_{12} durch die Werthe von C_0 bis C_5 ausgedrückt werden, es bleiben dann nur noch sechs Unbekannte C_0 bis C_5, welche durch sechs Gleichungen ermittelt werden können.

Ferner ist es für die Praxis nicht erforderlich, mit so vielen Decimalstellen wie in den vorhergehenden beiden Beispielen zu rechnen, indes kam es hier darauf an, auch die geringen Kräfte noch so genau zu bestimmen, dafs zur Prüfung der Rechnung an jedem Knotenpunkte der Gleichgewichtszustand festgestellt werden kann.

Aus $C_6 = 0{,}5\,S$ (in 8) und den Werthen $C_1, C_2 \ldots C_{12}$ ergiebt sich:

$$C_0 = (0{,}5 + 0{,}409)\,S;\; C_1 = (0{,}5 + 0{,}395)\,S;\; C_2 = (0{,}5 + 0{,}353)\,S;$$
$$C_3 = (0{,}5 + 0{,}287)\,S;\; C_4 = (0{,}5 + 0{,}202)\,S;\; C_5 = (0{,}5 + 0{,}104)\,S;$$
$$C_6 = (0{,}5 - 0{,}000)\,S;\; C_7 = (0{,}5 - 0{,}104)\,S;\; C_8 = (0{,}5 - 0{,}202)\,S;$$
$$C_9 = (0{,}5 - 0{,}287)\,S;\; C_{10} = (0{,}5 - 0{,}353)\,S;\; C_{11} = (0{,}5 - 0{,}395)\,S;$$
$$C_{12} = (0{,}5 - 0{,}409)\,S.$$

Anstatt die Gröfsen $C_1, C_2, C_3 \ldots C_{12}$ mit ihrem ganzen Werthe, kann man sie in diesem Falle um $0{,}5\,S$ vermindert in Rechnung stellen und den für alle gleich grofsen Werth $0{,}5\,S$ durch den innern Ring aufgenommen denken. Man erhält in beiden Fällen am Schlusse der Rechnung dieselben Ergebnisse, hat aber im letztern Falle $C_6 = 0$, und von den übrigen Werthen sind stets zwei gleich grofs und entgegengesetzt, sodafs nur für eine von ihnen die Componenten zu berechnen sind und $\Sigma C = 0$ wird.

Abb. 12 ergiebt, wie schon bemerkt, diese Componenten für $C = 1$, und man hat folglich die so erhaltenen Werthe nacheinander mit 0,409, 0,395, 0,353 usw. bis $-0{,}409$ zu multipliciren und die dadurch in jedem Stabe sich ergebenden Spannungen zu addiren, wodurch man sämtliche Stabspannungen erhält.

Es soll hier jedoch zunächst auf einen schon oben erwähnten Umstand aufmerksam gemacht werden. Wenn, wie in diesem Falle, die Stäbe eines Sparrens solche Richtungen haben, dafs sie bei gleichmäfsig vertheilter Belastung nur allein belastet werden, so bezeichnet C_n den in jedem Sparren überall gleich grofsen Horizontalschub des Sparrens. Hat das System keine Spitze und wäre z. B. nur ein einziger Sparren mit der gröfsten zufälligen Belastung versehen, alle übrigen ohne denselben, so müfste der Schub C_n in der in Abb. 12 angegebenen Weise nach den nächsten Auflagerpunkten (welche dann feste sein müfsten) geleitet werden. Es ergiebt sich dann im untersten Theile des Sparrens die wagerechte Componente der Druckspannung zu $621{,}75\,C_n$, während die durch die gröfste Belastung unmittelbar erzeugte $= C_n$ ist.

Da sich ferner diese Componenten wie die Kräfte selbst verhalten, so folgt daraus, dafs der Sparren in diesem Falle einen mehr als 600 mal so grofsen Zug auszuhalten hat, als seine Druckspannung bei überall gleichmäfsig vertheilter gröfster Belastung ist, d. h. 600 mal so grofs als nach der Schwedler-schen Berechnung für gröfste Belastung. (Von den durch Eigengewicht erzeugten Spannungen ist dabei abgesehen.) Ebenso ungünstige Verhältnisse ergeben sich für die benachbarten Diagonalen, insbesondere für die untersten. Diese Zahlen gelten für den Fall, dafs man doppelte steife Diagonalen und keine Mittelringe hat; nimmt man letztere und doppelte schlaffe Diagonalen an, so stellt sich für die Sparren ein günstigeres Ergebnifs heraus, für die Diagonalen aber nach Abb. 12 an einer Stelle $(368{,}52 + 260{,}80)\,S = 629{,}32\,C_n$.

Die mittels der Werthe in Abb. 12 und der Scheitelspannungen $C_0 = 0{,}409$, $C_1 = 0{,}395$, $C_2 = 353$, $C_3 = 0{,}287$, $C_4 = 0{,}202$, $C_5 = 0{,}104$, $C_6 = 0{,}000$, $C_7 = -0{,}104$, $C_8 = -0{,}202$, $C_9 = -0{,}287$, $C_{10} = -0{,}353$, $C_{11} = -0{,}395$, $C_{12} = -0{,}409$ sich ergebenden wagerechten Componenten sind in den nachstehenden Tabellen zusammengestellt, wobei der wagerechte Schub des am meisten belasteten Sparrens $= S$ als Einheit gilt, Zug mit + und Druck mit — bezeichnet ist.

Tabelle I. Wagerechte Componenten der Spannungen in den Sparren. Zwischen Spitze und dem ersten Ring:

$$= C_n + 0{,}5 - \left(1 - \frac{n}{12}\right);$$

zwischen dem ersten und zweiten Ring:

$$= 14{,}658 \cdot C_n - \left(1 - \frac{n}{12}\right);$$

zwischen dem zweiten und dritten Ring:

$$= 95{,}88\,C_n - 50{,}38\,(C_{n-1} + C_{n+1})$$

und zwischen dem dritten und vierten Ring:

$$= 103{,}75\,(C_{n+2} + C_{n-2}) - 413{,}40\,(C_{n+1} + C_{n-1}) + 621{,}75\,C_n - \left(1 - \frac{n}{12}\right).$$

Sparren		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Spannungen zwischen	Spitze u. 1. Ring	— 0,09	— 0,02	+ 0,02	+ 0,04	+ 0,03	+ 0,02	— 0,00	— 0,02	— 0,03	— 0,04	— 0,02	+ 0,02	+ 0,09
	1. u. 2. Ring	+ 4,99	+ 4,87	+ 4,34	+ 3,46	+ 2,29	+ 0,94	— 0,50	— 1,94	— 3,29	— 4,46	— 5,34	— 5,87	— 5,99
	2. u. 3. Ring	— 1,57	— 1,44	— 1,34	— 1,19	— 1,00	— 0,78	— 0,50	— 0,22	— 0,00	— 0,19	— 0,34	— 0,44	— 0,57
	3. u. 4. Ring	— 0,04	+ 0,42	+ 0,10	+ 0,03	+ 0,09	— 0,44	— 0,50	— 0,56	— 0,91	— 1,03	— 1,10	— 1,42	— 0,96

Tabelle II. Wagerechte Componenten der Spannungen in den Diagonalen.

Dieselben sind für ein Feld n, zwischen dem ersten und zweiten Ringe: bei dieser / Richtung $= -7{,}81 \cdot C_{n-1}$ und bei dieser \ Richtung $= -7{,}81\,C_n$; zwischen dem zweiten und dritten Ringe: bei dieser / Richtung =

$$+29{,}76\,C_n - 53{,}69\,C_{n-1} + 26{,}85\,C_{n-2}$$

und bei dieser \ Richtung =

$$26{,}85 \cdot C_{n+1} - 53{,}69\,C_n + 29{,}76\,C_{n-1};$$

zwischen dem dritten und vierten Ringe: bei dieser / Richtung

$$= -\;69{,}72\,C_{n+1} + 260{,}80\,C_n - 368{,}52\,C_{n-1} + 230{,}29\,C_{n-2} - 54{,}47\,C_{n-3};$$

bei dieser \ Richtung =

$$-54{,}47\,C_{n+2} + 230{,}29\,C_{n+1} - 368{,}52\,C_n + 260{,}80\,C_{-1n} - 69{,}72\,C_{n-2}.$$

Die mit Differenzen bezeichneten Reihen ergeben die wagerechten Componenten von den Spannungen der in jedem Trapez verbleibenden einen Diagonale. In jedem Trapez werden die Diagonalen mit dem gröfsten Druck oder dem kleinsten Zuge cassirt. (Vergl. Bemerkung auf Seite 59 betreffs zweier gezogenen Diagonalen.)

Feld-Nummer		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Zwischen 1. und 2. Ring	/	− 3,19	− 3,08	− 2,76	− 2,24	− 1,58	− 0,81	0,00	+ 0,81	+ 1,58	+ 2,24	+ 2,76	+ 3,08
	\	− 3,08	− 2,76	− 2,24	− 1,58	− 0,81	0,00	+ 0,81	+ 1,58	+ 2,24	+ 2,76	+ 3,08	+ 3,19
	Differenz	+ 0,11	+ 0,32	+ 0,52	+ 0,66	+ 0,77	+ 0,81	+ 0,81	+ 0,77	+ 0,66	+ 0,52	+ 0,32	+ 0,11
Zwischen 2. und 3. Ring	/	+ 0,40	+ 0,28	+ 0,19	+ 0,08	− 0,05	− 0,16	− 0,30	− 0,43	− 0,49	− 0,52	− 0,51	− 0,44
	\	+ 0,44	+ 0,51	+ 0,52	+ 0,49	+ 0,43	+ 0,30	+ 0,16	+ 0,05	− 0,08	− 0,19	− 0,28	+ 0,40
	Differenz	+ 0,04	+ 0,23	+ 0,33	+ 0,41	+ 0,48	+ 0,46	+ 0,46	+ 0,48	+ 0,41	+ 0,33	+ 0,23	+ 0,04
Zwischen 3. und 4. Ring	/	− 0,58	− 0,84	− 0,63	− 0,56	− 0,45	− 0,19	− 0,09	+ 0,01	+ 0,25	+ 0,39	+ 0,50	+ 0,78
	\	− 0,78	− 0,50	− 0,39	− 0,25	− 0,01	+ 0,09	+ 0,19	+ 0,45	+ 0,56	+ 0,63	+ 0,84	+ 0,58
	Differenz	+ 0,20	+ 0,34	+ 0,24	+ 0,31	+ 0,44	+ 0,28	+ 0,28	+ 0,44	+ 0,31	+ 0,24	+ 0,34	+ 0,20

Tabelle III. Spannungen im untersten Ringe

$$= 31{,}65\,(C_{n-3} + C_{n-2}) - 102{,}13\,(C_{n-2} + C_{n+1}) + 71{,}46\,(C_{n-1} + C_n).$$

Feld-Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Spannung	1,32	1,26	1,00	0,77	0,44	0,11	− 0,11	− 0,44	− 0,77	− 1,00	− 1,26	− 1,32

Tabelle IV. Wagerechte Componenten der Spannungen in den Sparren, welche durch Beseitigung von je einer Diagonale in jedem Viereck entstehen.

Bezeichnet D_n die Werthe für die Spannungen in den zu beseitigenden Diagonalen in Tabelle II, D_n für den der Diagonale links und D_{n+1} für den der Diagonale rechts von dem betreffenden Sparren, so ist die zu suchende Componente in den Sparren:

zwischen dem ersten und zweiten Ring $= 0{,}938\,(D_n + D_{n+1})$;
zwischen dem zweiten und dritten Ring $= 0{,}843\,(D_n + D_{n+1})$;
zwischen dem dritten und vierten Ring $= 0{,}742\,(D_n + D_{n+1})$.

Sparren-Nummer	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Zwischen dem 1. und 2. Ring	− 5,78	− 5,88	− 5,48	− 4,69	− 3,58	− 2,24	− 0,76	+ 0,76	+ 2,24	+ 3,58	+ 4,69	+ 5,48	+ 5,78
Zwischen dem 2. und 3. Ring	+ 0,80	+ 0,68	+ 0,47	+ 0,27	+ 0,03	− 0,21	− 0,16	− 0,73	− 0,92	− 1,01	− 1,03	− 0,45	− 0,88
Zwischen dem 3. und 4. Ring	− 1,16	− 1,20	− 1,09	− 0,88	− 0,75	− 0,47	− 0,21	− 0,06	+ 0,19	+ 0,47	+ 0,66	+ 0,80	+ 0,86

Tabelle V. Spannungen in den Ringen, welche durch Beseitigung von je einer Diagonale in jedem Viereck entstehen.

Die Werthe für die Diagonalen in Tabelle II mögen für die dem betreffenden Ringtheile am nächsten, und zwar oberhalb desselben gelegene Diagonale mit D_0 und für die unterhalb gelegene mit D_u bezeichnet werden, so ist für den ersten Ring die zu suchende Spannung $= 0{,}490\,D_u$, für den zweiten Ring $= 0{,}245\,D_0 + 0{,}660\,D_u$, für den dritten Ring $= 0{,}440\,D_0 + 0{,}775\,D_u$ und für den vierten Ring $= 0{,}581\,D_0$.

Feld-Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Erster Ring	− 1,56	− 1,51	− 1,35	− 1,10	− 0,71	− 0,40	− 0,0	+ 0,40	+ 0,71	+ 1,10	+ 1,35	+ 1,51
Zweiter Ring	− 0,52	− 0,57	− 0,55	− 0,50	− 0,42	− 0,30	− 0,20	− 0,06	+ 0,06	+ 0,21	+ 0,34	+ 0,46
Dritter Ring	− 0,43	− 0,55	− 0,40	− 0,40	− 0,37	− 0,22	− 0,20	− 0,18	− 0,02	+ 0,07	+ 0,06	+ 0,26
Vierter Ring	− 0,45	− 0,49	− 0,37	− 0,33	− 0,26	− 0,11	− 0,05	+ 0,01	+ 0,14	+ 0,23	+ 0,29	+ 0,34

Es fehlen nun noch die im untersten Ringe durch die Kräfte G erzeugten Spannungen. Nach Gleichung 9 ist, wenn man nach Seite 65 $\Sigma C = 0$ setzt, $G = \frac{S}{2}$ und die Spannung im untersten Ringe $= \frac{S}{4 \cdot \sin 7^0\,30'} = 1{,}92\,S$. Ebenso ist im ersten Ringe die Kraft $0{,}5\,S$ aufzuheben und ergiebt dort die Spannung $= 1{,}92\,S$; addirt man hierzu die Werthe aus Tabelle III und V für die Ringe, so erhält man die Ergebnisse der nachstehenden Tabelle VI. Die Werthe für die Sparren ergeben sich aus Summirung der Werthe in Tabelle I und IV, und die Werthe für die Diagonalen sind aus den mit Differenzen bezeichneten Reihen in Tabelle II entnommen.

Tabelle VI. Summen der wagerechten Componenten von den Spannungen sämtlicher Stäbe.

Nummer	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sparren zwischen Spitze u. 1. Ring	− 0,09	− 0,02	+ 0,02	+ 0,04	+ 0,03	+ 0,02	0,00	− 0,02	− 0,03	− 0,04	− 0,02	+ 0,02	+ 0,09
„ „ 1. u. 2. Ring	− 0,99	− 1,01	− 1,14	− 1,23	− 1,29	− 1,30	− 1,26	− 1,18	− 1,05	− 0,88	− 0,65	− 0,39	− 0,21
„ „ 2. u. 3. Ring	− 0,92	− 0,87	− 0,94	− 0,96	− 0,97	− 0,96	− 0,89	− 0,84	− 0,77	− 0,66	− 0,53	− 0,36	− 0,13
„ „ 3. u. 4. Ring	− 1,20	− 0,78	− 0,90	− 0,85	− 0,66	− 0,91	− 0,71	− 0,62	− 0,72	− 0,56	− 0,44	− 0,62	− 0,10
Diagonalen „ 1. u. 2. Ring		+ 0,11	+ 0,32	+ 0,52	+ 0,66	+ 0,77	+ 0,81	+ 0,81	+ 0,77	+ 0,66	+ 0,52	+ 0,32	+ 0,11
„ „ 2. u. 3. Ring		+ 0,04	+ 0,23	+ 0,33	+ 0,41	+ 0,48	+ 0,46	+ 0,46	+ 0,48	+ 0,41	+ 0,33	+ 0,23	+ 0,04
„ „ 3. u. 4. Ring		+ 0,20	+ 0,34	+ 0,24	+ 0,31	+ 0,44	+ 0,28	+ 0,28	+ 0,44	+ 0,31	+ 0,24	+ 0,34	+ 0,20
Im 1. Ringe		− 3,48	− 3,43	− 3,27	− 3,02	− 2,63	− 2,32	− 1,92	− 1,52	− 1,21	− 0,82	− 0,57	− 0,41
Im 2. Ringe		− 0,52	− 0,57	− 0,55	− 0,50	− 0,42	− 0,30	− 0,20	− 0,09	+ 0,06	+ 0,21	+ 0,34	+ 0,46
Im 3. Ringe		− 0,43	− 0,55	− 0,40	− 0,40	− 0,37	− 0,22	− 0,20	− 0,18	− 0,02	+ 0,07	+ 0,06	+ 0,26
Im 4. Ringe		+ 2,79	+ 2,60	+ 2,55	+ 2,36	+ 2,10	+ 1,92	+ 1,76	+ 1,49	+ 1,29	+ 1,15	+ 0,95	+ 0,94

Um die wirklichen Spannungen zu erhalten, mufs man die Werthe aus Tabelle VI nehmen und mit den in Abb. 8 auf Blatt 18 in Klammern angegebenen Zahlen der Verhältnisse zwischen Grundrifs- und wirklichen Stablängen und mit S multipliciren.

S berechnet sich, wie folgt:

Im ersten Knotenpunkte (siehe Durchschnitt und Grundrifs, Abb. 7 und 8 auf Bl. 18), verhält sich der wagerechte Schub S zur Last Q wie $4{,}5 : 0{,}667$, es ist also $S = \frac{Q \cdot 4{,}5}{0{,}667}$; ferner ist

$$Q = \frac{1{,}175 \cdot 4{,}5 \sin 82^\circ\, 30,}{2} \cdot \left(\tfrac{1}{6} + 1{,}0\right) \cdot 100,$$ wenn man 100 kg Belastung auf 1 qm Grundfläche annimmt; dies ergiebt $Q = 611{,}6$ und $S =$ rund 4130 kg.

Hierbei wird es für eine Vergleichung mit den Schwedler-schen Ergebnissen nur von Interesse sein, die gröfsten Spannungen einer jeden Art von Stäben zu ermitteln. Man kann aber ohne weiteres auch schon aus dieser Tabelle VI einen solchen Vergleich anstellen.

Bei der gröfsten Belastung ergiebt sich die wagerechte Componente aller Sparrenspannungen, soweit diese durch die zufällige Belastung erzeugt sind, nach der Schwedler'schen Berechnung $= - S$. In Tabelle VI ergiebt sich dieselbe zu $- 1{,}30\, S$, also gröfser, weshalb der Satz, dafs die Sparren bei der gröfsten Belastung den gröfsten Druck auszuhalten haben, nicht aufrecht erhalten werden kann.

In dem untersten und obersten Ringe ergiebt sich der durch die zufällige Belastung bei gröfster Belastung erzeugte Zug bezw. Druck nach der Schwedler'schen Berechnung zu $\frac{+ S}{2 \cdot \sin 7{,}5^\circ} = \pm 3{,}83\, S$. Nach Tabelle VI ergiebt sich der gröfste Zug im untersten Ringe zu $2{,}79\, S$ und der gröfste Druck im obersten Ringe zu $3{,}48\, S$; beide Werthe sind also geringer, als die nach der Schwedler'schen Weise berechneten. Die Zahl $+ 3{,}83\, S$ mufs aber beibehalten werden, weil sie für gleichmäfsig vertheilte gröfste Belastung gilt.

Die wagerechte Componente der gröfsten Diagonalenspannung ergiebt sich nach der Schwedler'schen Berechnung, wenn man sie auf die untersten Vierecke anwendet, zu

$N = \frac{S}{2} \cdot \frac{6{,}065}{4{,}50} = 0{,}674\, S$, in den übrigen Feldern stellt sich N nach dieser Formel geringer.

In Tabelle VI ergiebt sich die gröfste wagerechte Componente derselben Spannung in den Diagonalen der Felder Nr. 6 und 7 zwischen dem ersten und zweiten Ring zu $+ 0{,}81\, S$, also gröfser. Die wirklichen Spannungen verhalten sich, wie bemerkt, wie die Grundrifslängen zu den wirklichen Längen.

Hierbei ist zu beachten, dafs sich beide Berechnungen für die Diagonalspannungen, wie oben erörtert, auf verschiedenartig schiefe Belastungen gründen, nämlich in der Schwedler'schen auf die zur Hälfte am meisten und zur anderen Hälfte am geringsten belasteten Kuppeln. Die mittleren Ringe sind nach den Schwedler'schen Berechnungen bedeutend stärker beansprucht, weil dort eine möglichst verschiedenartige Belastung ober- und unterhalb derselben vorausgesetzt ist.

Abgesehen von diesen Ringen ergeben sich die in Betracht kommenden gröfsten Spannungen im Vergleich zu den hier berechneten, wenn man 100 kg zufällige und 70 kg Eigenlast auf 1 qm Grundfläche annimmt, wie folgt, wobei φ das Verhältnifs der wagerechten Componente zu ihrer wirklichen Spannung ausdrücken soll:

in den Sparren nach der Schwedlerschen Berechnung:

$\varphi \cdot \frac{S \cdot 170}{100} = \varphi \cdot 1{,}70\, S$;

nach dieser Berechnung:

$\varphi\, S\left(1{,}30 + \frac{70}{100}\right) = \varphi \cdot 2{,}00 \cdot S$, also erstere um 15 Procent zu gering;

für den untersten Ring nach der Schwedler'schen Berechnung:

$3{,}83 \cdot S \cdot \frac{170}{100} = 6{,}51\, S$,

nach dieser Berechnung:

$2{,}79\, S + \frac{3{,}83\, S \cdot 70}{100} = 5{,}47\, S$, also erstere um 12 Procent zu hoch. Jedoch ist $6{,}51\, S$ für die gleichmäfsig vertheilte gröfste Belastung, welche vorkommen kann, beizubehalten; ferner für den obersten Ring nach der Schwedler'schen Berechnung ebenfalls zu $6{,}51\, S$,

nach dieser Berechnung:

$3{,}48\, S + \frac{3{,}83\, S \cdot 70}{100} = 6{,}16\, S$, also erstere um 6 Procent zu grofs, was zum Theil durch die in den Schwedler'schen Constructionen fehlenden Scheitelstäbe veranlafst wird.

Für die Diagonalen ergiebt sich nach obiger Berechnung das Verhältnifs wie $0{,}81 : 0{,}67$, also das Schwedler'sche Ergebnifs um 17 Procent zu niedrig.

Man sieht also, dafs die Ergebnisse der Schwedler'schen Berechnung nicht wesentlich von den oben angegebenen abweichen, wenngleich sich anfänglich sehr grofse Componenten in dieser Berechnung ergaben.

Im obigen Beispiel ist ein kuppelförmiges System mit regelmäfsiger Grundfläche behandelt. Hat dasselbe eine **unregelmäfsige Grundfläche**, so ist dieselbe auch zulässig und man

kann denselben Gang der Berechnung anwenden, jedoch mit folgenden Abweichungen:

1. werden die Componenten einer Scheitelkraft oder einer Einzellast nicht symmetrisch zum Sparren, in welchem sich dieselbe befindet. Während also die Scheitelkraft C_n zu beiden Seiten ihres Sparrens in den Auflagern die gleichen Componenten $b\,C_n$, $c\,C_n$ und $d\,C_n$ ergab, werden bei unregelmäfsigem Grundrifs die Componenten $b\,C_n$ und $b_1\,C_n$, $c\,b_n$ und $c_1\,b_n$, schliefslich $d\,C_n$ und $d_1\,C_n$ entstehen; wobei b und b_1, c und c_1, d und d_1 verschiedene Werthe haben.

Die Art, in welcher Kräfte in der bei Abb. 8 beschriebenen Weise zerlegt wurden, ändert sich dann nach Abb. 13, woselbst die Diagonalen fd und fe verschiedene Winkel mit dem von ihnen eingeschlossenen Sparrenstabe bilden. Man hat dann die Schnittlinie fc zwischen der Ebene der Sparren und der der Diagonalen aufzusuchen. Die gerade Linie zwischen den Knotenpunkten d und e schneidet in c die Ebene des Sparrens. Projicirt man den Punkt c in den Durchschnitt, so ist fc eine Linie in der Ebene der Sparren; zieht man ebenda $h\,i$ parallel mit fg, so geben die Seiten des Dreiecks $h\,i\,f$ die Verhältnisse der Kräfte an, wenn eine Kraft in der Richtung fg in Componenten von den Richtungen fk und fi zerlegt wird. Projicirt man i in den Grundrifs und zieht hier die mit den Diagonalen parallelen Linien il und im und kn und ko, so geben die Seiten der Dreiecke knf und kof die Verhältnisse für die Componenten in den Diagonalen.

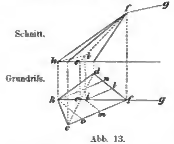


Abb. 13.

Es genügt bei unregelmäfsigem Grundrifs nicht mehr, ein Feld mit seinen Mafsen im Grundrifs zu zeichnen, es müssen vielmehr so viele, als verschiedenartige Felder vorhanden sind, mit den Hülfslinien kn und ko gezeichnet werden.

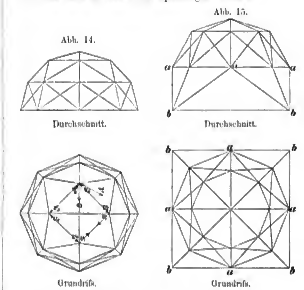
Der Fall, in welchem die Stäbe desselben Sparrens nicht wie hier in einer Ebene liegen, ist unten bei den Systemen betrachtet, bei welchen die Ringe eine verschiedene Anzahl von Knotenpunkten haben.

2. werden sich nicht in allen Auflagerpunkten dieselben Kräfte G ergeben, sondern man kann nur die Bedingung stellen (welche bei regelmäfsigem Grundrifs durch die gleich grofsen G Kräfte erfüllt wird), dafs die Kräfte im unteren Ringe sich im Gleichgewicht erhalten, d. h. dafs in jedem Stabe desselben an seinen beiden Enden gleich grofse und entgegengesetzt gerichtete Kräfte entstehen.

Es sind nun diejenigen Systeme zu betrachten, in welchen die Anzahl der Stäbe im Scheitel nicht gleich der Anzahl der Auflagerpunkte ist.

Hierbei sind zwei Fälle zu unterscheiden. Entweder ist die Anzahl der Scheitelstäbe, wie in Abb. 14, oder die der Auflagerpunkte, wie in Abb. 15, die kleinere. Letztere hat nur die vier Auflagerpunkte $b\,b\,b\,b$. In beiden Fällen sind doppelte schlaffe Diagonalen angenommen; es genügt selbstverständlich eine steife.

Im ersteren Falle mufs man aufser den unbekannten Scheitelstabspannungen, welche wie vor zerlegt werden, noch unbekannte Spannungen in den Stäben desjenigen Ringes annehmen, welcher im Uebergange von der kleineren zur gröfseren Anzahl Ring-Eckpunkte liegt, denn wenn man auch wiederum doppelte steife Diagonalen für die Berechnung annimmt, so sind diese Ringstäbe dennoch, wie sich aus dem Föppl'schen Satze ergiebt, für die statische Bestimmbarkeit erforderlich, sie müssen also auch zunächst unbekannte Spannungen erhalten.



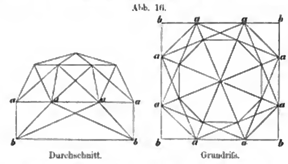
Da des Gleichgewichts wegen die Spannungen in jedem dieser Ringstäbe sich aufheben müssen, so sind an den beiden Enden eines jeden Stabes gleich grofse und entgegengesetzt gerichtete Kräfte, welche mit V bezeichnet werden mögen, anzunehmen, und man hat soviel Unbekannte als Ringstäbe, wodurch die Anzahl der Unbekannten wiederum gleich der Anzahl der Auflagerpunkte wird. Die Kräfte V zerlegt man in Componenten, welche auf dem kürzesten Wege zu den Auflagerpunkten führen, und zwar zunächst (siehe Abb. 14, Grundrifs) in eine wagerechte Kraft A, welche dem nächsten unteren Ringe parallel gerichtet ist, und eine wagerechte radiale Kraft B, deren weitere Zerlegung aus dem Obigen hervorgeht.

Tritt der Fall Abb. 15 ein, in welchem die Anzahl der Auflagerpunkte kleiner ist, als die der Scheitelstäbe, so ergeben sich die Gleichungen in den Auflagerpunkten wie oben, aufserdem ist aber zu beachten, dafs die Mittelkraft sämtlicher in einem Punkte a zusammentreffenden Componenten in die Ebene $a\,b\,c$, d. h. in die Ebenen der untersten Dreiecke, fallen mufs, wenn Gleichgewicht vorhanden sein soll, d. h. die Summe der Componenten aller Kräfte in diesem Punkte in einer Achse, welche in demselben senkrecht zur Ebene $a\,b\,c$ steht, mufs gleich 0 sein. In Abb. 15 ist dies z. B. der Fall, wenn alle wagerechten radialen Componenten der Kräfte in a die Summe 0 ergeben, diese Bedingung führt wiederum zur nöthigen Anzahl von Gleichungen.

Liegt der in Abb. 16 angegebene Fall mit den vier Auflagerpunkten $b\,b\,b\,b$ vor, so genügt es für das Gleichgewicht, wenn in sämtlichen a Punkten die Mittelkraft der Kräfte in die Ebenen von $a\,a\,b\,b$ fällt, welche in diesem Falle lothrecht sind, aber auch geneigt sein können. Zwischen den Punkten $a\,a\,b\,b$ ist dann ein beliebiges Fachwerk in der Ebene zu construiren,

welches die lothrechte Belastung in den Punkten a auf die Auflagerpunkte b überträgt. Bringt man in den Trapezen $aabb$, sowie in allen anderen Trapezen nur eine Diagonale an, so trifft der Föppl'sche Satz wieder zu, dafs so viel Gleichungen

Abb. 16.



Durchschnitt. Grundrifs.

als Unbekannte vorhanden sind, mit der für lothrechte Belastung oben nachgewiesenen Abweichung, dafs die Zahl der Gleichungen um drei gröfser ist, als die der Unbekannten.

Mit dem eben angegebenen Hülfsmittel kann man die schwierigsten Systeme behandeln.

V. **Anwendung der neuen Theorie auf wagerechte Belastung und pyramidale Dächer mit in einer Ebene verschieblichen Auflagerpunkten und mit einer Spitze.** Man verfährt hier in derselben Weise wie es unter IV b angegeben ist, welche die Grundlage für alle vorzunehmenden Ermittlungen bildet.

Als Beispiel sei in Abb. 17 eine Pyramide mit regelmäfsigem achteckigen Grundrifs gewählt, welche eine beliebige Anzahl nicht gezeichneter Ringe mit je zwei schlaffen oder einer steifen Diagonale in jedem Viereck hat. In einem beliebigen Knotenpunkte greife eine äufsere wagerechte Kraft W in beliebiger Richtung an. Nach dem oben angegebenen Verfahren soll die Kraft W in eine Scheitelcomponente und in Componenten in den nächsten Auflagerpunkten zerlegt werden. Zu dem Zwecke zerlegt man W in die beiden Ringcomponenten r und r_1, in bekannter Weise überträgt man diese Kräfte durch die dort vorhandenen beiden Fachwerke in der Ebene, nach der Spitze und dem Auflagerpunkte 1, woselbst sich die Kräfte R und R_1 ergeben, welche ebenso grofs und ebenso gerichtet sind, als wenn man den Druck eines mit W belasteten Balkens in seinen beiden Auflagerpunkten ermittelt. Es ist nun R_1 die Scheitel- und R die Auflagercomponente von W.

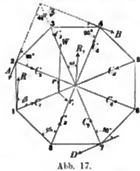


Abb. 17.

Die Scheitelcomponente R_1 soll ferner durch unbekannte Kräfte in den Scheitelstäben ersetzt werden, die, auf kürzestem Wege nach den Auflagerpunkten geleitet, sich mit den übrigen Kräften daselbst ins Gleichgewicht setzen.

Wie unter III. erörtert ist, gehören für wagerechte Belastung aufser den lothrechten Auflagerkräften noch drei Kräfte zur Herstellung des Gleichgewichts, denn wenn auch ohne diese das System durch äufsere Kräfte in keine Formveränderung gebracht wird, sobald seine Auflagerpunkte nur in einer Ebene verschieblich sind, so sind jene drei Kräfte doch nöthig, um das Fortbewegen des Systems zu verhindern. Diese drei Kräfte seien durch radiale Führungen in drei Auflagerpunkten hergestellt gedacht, und nach der auf Seite 50 gegebenen Entwicklung kann man die in diesen Führungen wirkenden Kräfte aus W ohne weiteres ermitteln. Sie mögen in Abb. 17 in den Knotenpunkten 2, 4 und 7 liegen und mit A, B und D bezeichnet werden.

Die wagerechten Auflagercomponenten von R_1 sind bei einer Pyramide gleich den wagerechten Componenten C_1, C_2, C_3, $C_4 \dots C_8$ der unbekannten Scheitelkräfte.

Das Gleichgewicht bedingt, wie schon bemerkt, dafs sich in jedem Stabe des untersten Ringes an beiden Enden gleich grofse und entgegengesetzt gerichtete Kräfte ergeben.

Jede Kraft C_n erzeugt in den Stäben des untersten Ringes eine Componente $\frac{C_n}{2\cos\alpha}$, jede Kraft A, B oder D eine solche gleich $\frac{A}{2\sin\alpha}$, $\frac{B}{2\sin\alpha}$ und $\frac{D}{2\sin\alpha}$. Zerlegt man die Kraft R in eine radiale Componente $= R\cos\beta$ und eine lothrechte dazu $= R\sin\beta$, so sind deren Ringcomponenten $\frac{R\cos\beta}{2\cos\alpha}$ und $\frac{R\sin\beta}{2\sin\alpha}$. Darnach ergiebt sich im Knotenpunkte 1 in den Ringstäben auf der einen Seite

$$R\left(\frac{\cos\beta}{2\cos\alpha} - \frac{\sin\beta}{2\sin\alpha}\right) = R\cdot\frac{\sin(\alpha-\beta)}{2\sin\alpha\cdot\cos\alpha}$$

und auf der anderen Seite

$$R\left(\frac{\cos\beta}{2\cos\alpha} + \frac{\sin\beta}{2\sin\alpha}\right) = R\cdot\frac{\sin(\alpha+\beta)}{2\sin\alpha\cdot\cos\alpha}.$$

Ermittelt man weiter die Spannungen im unteren Ringe, so mufs sein:

im Ringstabe zwischen den Knotenpunkten

1 bis 2: $\frac{C_1}{2\cos\alpha} + \frac{R\cdot\sin(\alpha+\beta)}{2\sin\alpha\cdot\cos\alpha} = \frac{C_2}{2\cos\alpha} + \frac{A}{2\sin\alpha}$;

desgl. 2 bis 3: $\frac{C_2}{2\cos\alpha} - \frac{A}{2\sin\alpha} = \frac{C_3}{2\cos\alpha}$;

desgl. 3 bis 4: $\frac{C_3}{2\cos\alpha} = \frac{C_4}{2\cos\alpha} - \frac{B}{2\sin\alpha}$;

desgl. 4 bis 5: $\frac{C_4}{2\cos\alpha} + \frac{B}{2\sin\alpha} = \frac{C_5}{2\cos\alpha}$;

desgl. 5 bis 6: $C_5 = C_6$;

desgl. 6 bis 7: $\frac{C_6}{2\cos\alpha} = \frac{C_7}{2\cos\alpha} - \frac{D}{2\sin\alpha}$;

desgl. 7 bis 8: $\frac{C_7}{2\cos\alpha} + \frac{D}{2\sin\alpha} = \frac{C_8}{2\cos\alpha}$;

desgl. 8 bis 1: $\frac{C_8}{2\cos\alpha} = \frac{C_1}{2\cos\alpha} + \frac{R\cdot\sin(\alpha-\beta)}{2\sin\alpha\cdot\cos\alpha}$.

Es sind nun acht Gleichungen mit acht Unbekannten vorhanden; da dieselben aber sämtlich richtig bleiben, wenn die Werthe C_1, C_2, $C_3 \dots C_8$ um dieselbe Gröfse vermehrt oder vermindert werden, so kann man sie noch nicht ermitteln, es ist vielmehr noch eine Scheitelgleichung anzusetzen, welche ausdrückt, dafs die Summe der lothrechten Componenten der Kräfte in den Scheitelstäben gleich 0 ist. Da dieselben alle gleiche Neigungswinkel haben, so ergiebt dies $C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + \dots C_8 = 0$.

Man sieht, dafs auch in diesem Falle sämtliche Sparren und sämtliche Stäbe des unteren Ringes gespannt werden, die

anderen Stäbe aber nur in den beiden Feldern, in welchen der belastete Knotenpunkt liegt. Wählt man für die radialen Führungen andere Auflagerpunkte, so ändern sich die Spannungen in den bezeichneten Stäben der beiden Felder nicht, wohl aber in sämtlichen Sparren und in den Stäben des unteren Ringes.

Hat man einen unregelmäfsigen Grundrifs, so sind ebenfalls obige Formeln anzusetzen, nur sind dann sämtliche Winkel α verschieden, auch ist nicht mehr die Summe der Componenten $C = 0$, vielmehr die Summe der Producte aus diesen Kräften und der Tangente vom Neigungswinkel des betreffenden Stabes.

In praktischen Fällen handelt es sich hier in der Regel um steile Thurmdächer mit regelmäfsigem Grundrifs und Windbelastung. In diesem Falle geht die Mittelkraft W der wagerechten Kräfte durch die Achse des Systems, fällt also in Abb. 17 mit der Kraft R_1 zusammen. Es ist nun zu untersuchen, bei welcher Windrichtung die gröfsten Spannungen in den Sparren und in den Stäben des untern Ringes entstehen, d. h. in welchem Falle eine der Kräfte $C_1, C_2, C_3 \dots C_8$ den gröfsten in diesen Kräften überhaupt vorkommenden Werth erhält. Da sich dieselben zu 0 ergänzen, so sind ihre positiven und negativen Werthe am gröfsten, wenn ihre Differenzen am gröfsten sind, und diese wachsen wiederum mit den Werthen von A, B und D, weshalb es hier auf das Maximum der letzteren ankommt. Das Gleichgewicht erfordert, dafs mit Bezug auf den Mittelpunkt des Grundrisses die Summe ihrer Momente gleich dem Moment der Kraft W ist, welche, wie schon bemerkt, in Abb. 17 mit R_1 zusammenfällt. Daraus ergiebt sich, dafs die Summe der drei Kräfte A, B und D in diesem Falle gleich 0 sein mufs, weil sie gleiche Hebelarme haben und das Moment von $W = 0$ ist. Es mufs folglich stets die eine von diesen drei Kräften gleich der Summe der anderen beiden, also gröfser als eine von ihnen sein.

Bildet W den Winkel w mit einer durch die Auflagerpunkte 3 und 7 gehenden Ebene, so mufs sein

$$W \cos w = (A + B) \cos 45^\circ \text{ und}$$

$$W \sin w = (A - B) \sin 45^\circ + D, \text{ oder da } A - B = D,$$

$$W \sin w = D (1 + \sin \cdot 45^\circ), \text{ folglich}$$

$D = \dfrac{W \sin w}{1 + \sin \cdot 45^\circ}$; dieses wird am gröfsten für $\sin w = 1$ oder $w = 90^\circ$, und dann ist $D^{max} = 0{,}586\ W$.

Aus obigen Gleichungen ergiebt sich in allen Fällen:

$$A = \frac{W}{2}\left(\frac{\cos w}{\cos 45^\circ} + \frac{\sin w}{1 + \sin 45^\circ}\right);$$

$$B = \frac{W}{2}\left(\frac{\cos w}{\cos 45^\circ} - \frac{\sin w}{1 + 45^\circ}\right).$$

A wird am gröfsten oder kleinsten für $dA \cdot dw = 0$,

d. h. $$\frac{W}{2}\left(\frac{-\sin w}{\cos 45^\circ} - \frac{\cos w}{1 + \sin 45^\circ}\right) = 0,$$

oder $$\operatorname{tng} w = \frac{\cos 45^\circ}{1 + \sin 45^\circ}, \text{ wonach } w = 22^\circ\ 30'.$$

Bildet man die zweite Ableitung von dA nach dw, so ergiebt sich für dA ein negativer Werth und es ist deshalb A am gröfsten für $w = 22^\circ\ 30'$, alsdann ist $\sin w = 0{,}383$ und $\cos w = 0{,}924$ und $A^{max} = \dfrac{W}{2}\left(\dfrac{0{,}924}{0{,}707} + \dfrac{0{,}383}{1{,}707}\right) = 0{,}767\ W$. Denselben Werth findet man für B, wenn $w = -22^\circ\ 30'$ wird.

Da das Maximum von A gröfser als das von D ist, so entspricht die ungünstigste Windrichtung jenem, es ist dann $A = 0{,}767\ W$, $B = \dfrac{W}{2}\left(\dfrac{0{,}924}{0{,}707} - \dfrac{0{,}383}{1{,}707}\right) = 0{,}543\ W$ und $D = W \cdot \dfrac{0{,}383}{1{,}707} = 0{,}224\ W$.

Als praktisches Beispiel sei ein Thurmhelm von regelmäfsigem achteckigen Grundrifs gewählt, siehe Abb. 18. Die

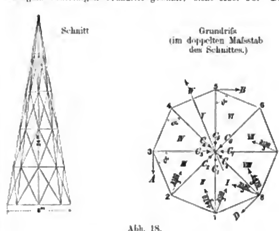


Abb. 18.

Auflagerpunkte desselben mögen in einem Kreise von 8 m Durchmesser liegen und die Thurmhöhe betrage 24 m. Der Winddruck werde auf eine zu seiner Richtung lothrechte Ebene zu 120 kg f. d. qm angenommen. Theoretisch ist derselbe proportional dem Quadrat des Sinus vom Neigungswinkel zwischen Windrichtung und Ebene, welcher nachstehend mit $\sin \eta$ bezeichnet werden soll. Nach veröffentlichten Untersuchungen ist dieses Verhältnifs aber zu günstig, und es ist deshalb und weil hohe Thürme dem Winde besonders stark ausgesetzt sind, nachstehend $\sin \eta$ für $\sin^2 \eta$, angenommen.

Bezeichnet γ den Winkel, welchen im Grundrifs die Mittellinie einer Fläche mit der Windrichtung bildet, δ den Neigungswinkel der Fläche gegen die Wagerechte, und ist 10° der Neigungswinkel des Windes gegen die Wagerechte, so ist $\sin \eta = \cos \gamma\ \sin \delta\ \cos 10^\circ + \cos \delta\ \sin 10^\circ$.

In diesem Falle ist:

für Fläche I $\quad \cos \gamma = \cos 0 \quad = 1{,}000$; $\sin \eta = 1{,}00$,
" " II u. VIII $\quad \cos \gamma = \cos 45^\circ = 0{,}707$; $\sin \eta = 0{,}71$,
" " III u. VII $\quad \cos \gamma = \cos 90^\circ = 0{,}000$; $\sin \eta = 0{,}03$.

Die übrigen Flächen werden nicht vom Winde bestrichen.

Zur Berechnung der Werthe von $\sin \eta$ ist in obige Formel einzusetzen:

$$\sin \delta = \frac{24}{24{,}331} = 0{,}986;\ \cos \delta = \frac{4}{24{,}331} = 0{,}164;$$

$$\sin 10^\circ = 0{,}174;\ \cos 10^\circ = 0{,}985.$$

Der Winddruck normal zu den Flächen ergiebt sich, wenn man obige Werthe mit 120 kg f. d. qm multiplicirt. Die lothrechte Componente des Winddrucks ist so gering, dafs sie vernachlässigt werden kann, die wagerechte ist abgerundet für die Fläche I zu 1 und für die Flächen II und VIII zu 0,7 des Winddrucks senkrecht zur Fläche angenommen, für die Flächen III und VII dagegen, weil zu gering, unbeachtet gelassen.

Auf Fläche I wirkt demnach ein wagerechter Winddruck von $\frac{24,33 \cdot 3,06}{2} \cdot 120 \cdot 1 =$ rund 4470 kg und auf die Flächen II und VIII 0,7 davon = rund 3130 kg.

Die Resultante W von diesen Kräften ist

$$4470 + 2 \cdot 3130 \cdot 0,707 = \text{rund } 8900 \text{ kg},$$

folglich ist nach obigem $A = 0,767 \; W = 6826$,

$$B = 0,543 \; W = 4833 \text{ und}$$

$$D = 0,224 \; W = 1993.$$

Von dem Winddruck W fällt $^1/_3$ auf die Spitze und $^2/_3$ auf die Auflagerpunkte; in denselben entstehen die in Abb. 18 im Grundrifs angegebenen Kräfte. Nennt man dieselben w, so erzeugen sie einerseits die Ringspannung

$\frac{w}{\cos 45^\circ}$ und andererseits $\frac{w}{\operatorname{tg} 45^\circ}$, oder $1,414 \; w$ und w.

Die Bedingung, dafs an den Enden eines jeden untersten Ringstabes gleiche und entgegengesetzt gerichtete Kräfte auftreten, ergiebt, wenn man

$\alpha = 67^\circ 30, \frac{1}{2 \cos \alpha} = 1,305$ und $\frac{1}{2 \sin \alpha} = 0,541$ setzt:

$$1,305\, C_1 + \frac{3130}{3} + 1,414 \cdot \frac{4470}{3} = 1,305\, C_2 + \frac{3130}{3};$$

$$1,305\, C_2 + 1,414 \cdot \frac{3130}{3} = 1,305\, C_3 + 0,541 \cdot 6826;$$

$$1,305\, C_3 - 0,541 \cdot 6826 = 1,305\, C_4 = 1,305\, C_5 - 4833 \cdot 0,541;$$

$$1,305\, C_5 + 0,541 \cdot 4833 = 1,305\, C_6 = 1,305\, C_7 + 1,414 \cdot \frac{3130}{3};$$

$$1,305\, C_7 + \frac{3130}{3} = 1,305\, C_8 + 1,414 \cdot \frac{4470}{3} + \frac{3130}{3} - 1993 \cdot 0,541;$$

$$1,305\, C_8 + 1,414 \cdot \frac{3130}{3} + \frac{4470}{3} + 1993 \cdot 0,541 = 1,305\, C_1 + 1,414 \cdot \frac{3130}{3} + \frac{4470}{3};$$

daraus ergiebt sich: $C_2 = C_1 - 85$; $C_4 = C_1 - 2915$; $C_5 = C_1 - 911$; $C_6 = C_1 + 1093$; $C_7 = C_1 - 37$; $C_8 = C_1 - 825$.

Aus der Bedingung, dafs $\Sigma C = 0$ sein soll, erhält man: $8\, C_1 + 1614 - 85 - 2915 - 911 + 1093 - 37 - 825 = 0$; oder $C_1 = +258$; $C_2 = +1872$; $C_3 = +173$; $C_4 = -2657$; $C_5 = -653$; $C_6 = +1351$; $C_7 = +221$; $C_8 = -567$.

Um die Spannungen in den Sparren zu erhalten, mufs man diese Werthe noch mit $\frac{24,33}{4} = 6,08$ multipliciren, alsdann ergiebt sich in den Sparren:

1, +1570; 2, +11380; 3, +1050; 4, −16150; 5, −3970; 6, +8210; 7, +1340; 8, −3450.

Die Spannungen in dem untersten Ringe ergeben sich nach obigem wie folgt:

im Ringstabe zwischen:

1 u. 2	$= 1,305\, C_2 + \frac{3130}{3}$	= 3486 kg Druck,
2 u. 3	$= 1,305\, C_2 + \frac{1,414 \cdot 3130}{3}$	= 3918 kg Druck,
3 u. 4	$= 1,305\, C_4$	= 3467 kg Zug,
4 u. 5	$= 1,305\, C_4$	= 3467 kg Zug,
5 u. 6	$= 1,305\, C_6$	= 1763 kg Druck,
6 u. 7	$= 1,305\, C_6$	= 1763 kg Druck,
7 u. 8	$= 1,305\, C_7 + \frac{3130}{3}$	= 1332 kg Druck,
8 u. 1	$= 1,305\, C_1 + \frac{1,414 \cdot 3130}{3} + \frac{4470}{3}$	= 3302 kg Druck.

Der Druck in den radialen Führungen von drei Auflagerpunkten ist ohne weiteres durch die Werthe von A, B und D gegeben.

Es sind nun noch die Spannungen in den mittleren Ringen und in den Diagonalen festzustellen. Die Diagonalen sind nur in den beiden Feldern II und VIII gespannt, im Felde I deshalb nicht, weil dessen beide Sparren gleichmäfsig belastet, für dieses Feld also nur Ringspannungen zu ermitteln sind. Bezeichnet man die Spannung durch die Windbelastung, welche in Ringcomponenten zerlegt ist, im obersten Ringstabe mit N, so sind wegen des gleichen Abstandes der Ringe die Spannungen im zweiten, dritten und vierten Ringstabe desselben Feldes $2\,N$, $3\,N$ und $4\,N$; in der Spitze greift die Kraft $^1/_6\, N$ und im untersten Ringe die Kraft $2^1/_3\, N$ unmittelbar an, mithin Gesamtangriff: $(^1/_6 + 1 + 2 + 3 + 4 + 2^1/_3)\, N = 12^1/_2\, N$. Hiervon kommt auf einen Auflagerpunkt $^1/_3$, mithin $4^1/_6\, N$; dieses ist für das erste Feld, wie oben berechnet bezw. aus Abb. 18 im Grundrifs ersichtlich ist,

$$-\frac{4470}{3} + \frac{1.414 \cdot 3130}{3} = 2884,$$

folglich $N = \frac{2884 \cdot 6}{25} = -692$ kg; $2\,N = -1384$ kg; $3\,N = -2076$ kg; $4\,N = -2768$ kg Druck.

In den Feldern II und VIII ist

$4^1/_6\, N = \frac{1,414 \cdot 4470}{3} + \frac{3130}{3} = 3150$ und $N = 756$; $2\,N = 1512$; $3\,N = 2268$; $4\,N = 3024$.

Diese Kräfte sind durch die Stäbe der Felder II und VIII auf Spitze und Auflagerpunkte 1 bezw. 8 zu übertragen, mit ihnen gleichzeitig aber noch andere Kräfte, welche aus der Belastung der Felder III und VII sich ergeben und für welche $N = \frac{3130 \cdot 6}{3 \cdot 25} = 250$ ist. Beide wirken entgegengesetzt und die zu übertragenden Kräfte sind deshalb in den Feldern II und VIII auf $N = 756 - 250 = 506$ zu berechnen. In den Feldern III und VII ist $N = \frac{3130 \cdot 1,414 \cdot 6}{3 \cdot 25} = 354$.

In Abb. 19 ist ein Feld gezeichnet, es sind darin die wirklichen (nicht die Projections-) Längen der Constructionstheile angegeben und nach bekannten Methoden die aus jenen

Kräften sich ergebenden Spannungen als Vielfache von N ermittelt und in Klammern eingeschrieben.

Setzt man, wie oben berechnet, für die Felder II und VIII $N = 506$ und für die Felder III und VI $N = 354$, so ergeben sich die in nachstehender Tabelle VII angegebenen Spannungen in den nach Abb. 19 bezeichneten Stäben.

Um die Spannungen in den Ringstäben der Felder II und VIII zu erhalten, hat man in Tabelle VII zu den betreffenden Werthen -250 bezw. $2 \cdot 250$, $-3 \cdot 250$ und $-4 \cdot 250$ zu addiren, während diese Werthe für die Felder III und VII, sowie die Spannungen für die Diagonalen unmittelbar aus Tabelle VII zu entnehmen sind.

Abb. 19.

Die Spannungen in den Sparren 1 und 8 erhält man, wenn in Tabelle VII zu den betreffenden Werthen $+1570$, bezw. -3450 addirt werden.

Die Spannungen in den Sparren 2 und 7 ergeben sich in folgender Weise: Zunächst sind in Tabelle VIII die Werthe aus Tabelle VII für jeden Stab dieser Sparren zusammengestellt. Zu den Werthen der letzten Reihe ist nach obiger Berechnung für Sparren 2, $+11380$ und für Sparren 7, $+1340$ zu addiren.

Die Spannungen der Sparren 3 und 6 ergeben sich aus den Werthen der letzten Reihe von Tabelle VII, wenn man $+1050$, bezw. $+8210$ hinzusetzt.

Tabelle VII.

In Abb. 19 Stabnummer	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII
Spannung in Feld II und VIII	−6037	+6937	−3790	+6037	+5085	−10712	−2353	+10712	+3507	−14138	−253	+14138	+2051	−16157	−506	+16157	−16157
in Feld III und VII	−4223	+4783	−2651	+4223	+3558	− 7494	−1646	+ 7494	+2453	− 9891	− 177	+ 9891	+1437	−11308	−354	+11303	−11303

Tabelle VIII. Spannungen in den Sparren 2 und 7.

Für Feld II und VIII . .	0	IV = + 6037	VIII = + 10712	XII = + 14138	XVI = + 16157
Für Feld III und VII . .	I = − 4223	VI = − 7494	X = − 9891	XIV = − 11303	XVII = − 11303
Summe .	− 4223	− 1457	+ 821	− 2835	− 4854

Die nach vorstehendem ermittelten Werthe sind in Abb. 10 auf Blatt 18 eingeschrieben. Die durch die Eigenlast erzeugten Spannungen sind nicht berücksichtigt.

VI. Anwendung der neuen Theorie auf wagerechte Belastung und kuppelförmige Dächer mit in einer Ebene verschieblichen Auflagerpunkten und mit einer Spitze.

Man zerlege in jedem Knotenpunkte die Belastung in zwei Ringspannungen r und r' (siehe Abb. 17), diese zerlege man wiederum auf dem kürzesten Wege nach den nächsten Auflagerpunkten, so ergeben sich in denselben in Sparren und Diagonalen bestimmte Spannungen. Man nehme dann in den Scheitelstäben Kräfte an, welche sich gegenseitig im Gleichgewicht erhalten und so beschaffen sind, dafs sie, auf dem kürzesten Wege nach den Auflagerpunkten geleitet, sich dort mit den oben erwähnten Spannungen und den früher erwähnten Auflagerkräften A, B und D ins Gleichgewicht setzen, man erhält aus dieser Bedingung wiederum eine genügende Anzahl Gleichungen, um die unbekannten Scheitelkräfte zu ermitteln. In der Regel handelt es sich hier um flache Kuppeln, bei denen die wagerechten Componenten der Windbelastung für die Spannungen in den Stäben des Daches unwesentlich sind, sodafs deren Berechnung unterbleiben kann.

Wohl aber ist es wichtig, die Mittelkraft des Winddrucks annähernd zu kennen, um daraus die Pressungen in den drei radialen Führungen ermitteln zu können. Anstatt derselben kann man sich auch den in Abb. 5 dargestellten Fall denken, wo drei lothrechte Wände mittels ihrer Streben den wagerechten Schub des Windes aufnehmen sollen. Es liegen dann die drei Kräfte A, B und D nicht rechtwinklig zu den Halbmessern, sondern in den Wänden und Ringen selbst, die Gleichungen für diese Kräfte ändern sich dann, wie leicht zu ersehen ist; sie können aber festgestellt werden, sobald man die wagerechte Mittelkraft des Winddrucks kennt.

In der betreffenden Wand (Abb. 5) wird die Kraft A, B oder D durch die Strebe S und einen Zug oder Druck im Stiel L aufgenommen, weshalb derselbe, wenn Zug entsteht, genügend belastet oder mit dem Fundament verankert sein mufs. Zuweilen mufs hierbei auch Winddruck von innen, welcher das Dach zu heben strebt, berücksichtigt werden.

Die wagerechte Mittelkraft des Winddrucks bestimmt man, allerdings wohl zu hoch, wie folgt: Man denke sich den Querschnitt des Daches mit 120 kg Winddruck belastet und nehme hiervon zwei Drittel. Dies ergiebt für das oben berechnete Kuppeldach z. B. $36 \cdot 6\,\mathrm{m} \cdot {}^2/_3 \cdot 120 \cdot {}^2/_3 = 11520\,\mathrm{kg}$.

VII. Ersatz der Spitze des Systems durch einen inneren ausgesteiften Ring.

Dieser Fall ist schon bei dem im Abschnitt IVb B berechneten Beispiel einer Spitze mit wagerechten Stäben erwähnt;

er wird dann anzuwenden sein, wenn die Spitze aus praktischen Gründen frei bleiben soll.

Man kann den ausgesteiften Ring als ein ringförmiges Fachwerk in der Ebene herstellen, soll dasselbe aber statisch bestimmbar sein, so müssen an drei Stellen Unterbrechungen des Fachwerks und nur Berührungen in einem Punkte eintreten. Es müssen also z. B. in Abb. 20 die drei punktirten Stäbe *aaa* fehlen, sodafs drei Fachwerke in der Ebene entstehen. Das obige ergiebt sich wie folgt: An jedem Knotenpunkte sind für Fachwerke in der Ebene zwei Gleichungen anzusetzen, welche nach dem Föppl'schen Satze gleich der Anzahl der Unbekannten sein müssen.

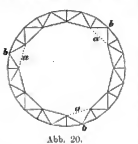


Abb. 20.

Liegt ein N-Eck vor, so beträgt die Anzahl der Unbekannten (Abb. 20), wenn die Stäbe *aaa* fehlen, $3N - 3$ Stäbe $+ 3$ unbekannte Reactionskräfte, zusammen $3N$. Es sind $1^1/_2 N$ Knotenpunkte und folglich auch $2 \cdot 1^1/_2 N = 3N$ Gleichungen vorhanden, weshalb, wie oben bemerkt, das System statisch bestimmt ist.

Die äufseren Knotenpunkte sind im vorliegenden Beispiel (siehe Abschnitt IVb B) von äufseren radialen Kräften angegriffen, welche sich im Gleichgewicht halten; man kann deshalb die in den Knotenpunkten *bbb* angreifenden Kräfte als die durch die übrigen Kräfte hervorgerufenen Reactionen ansehen. Dieselben gehören aber stets zwei von den drei Fachwerken an. Durch Ansetzen einer Momentengleichung für je ein Fachwerk kann man diejenigen Theile dieser Reactionen ermitteln, welche diesem Fachwerk angehören, und mit Hülfe derselben nach bekanntem Verfahren sämtliche Spannungen in diesem Fachwerk ermitteln.

VIII. Anwendung der neuen Theorie auf beliebige Belastung und beliebige Systeme mit festen Auflagerpunkten.

Ein Beispiel von diesen Systemen ist das eben unter II beschriebene und in Abb. 6 auf Blatt 18 dargestellte. Wie erörtert, bedingt in diesem der Mangel einer Spitze grofse Spannungen, man kann aber eine Spitze oder einen inneren ausgesteiften Ring verwenden, dadurch den Vortheil geringerer Spannungen und doch feste Auflagerpunkte haben.

Dieser Fall ist schon bei Abb. 5 erörtert, wenn man die lothrechten Fachwerkswände in demselben als mit zum System gehörig betrachtet. An Stelle der lothrechten können aber auch geneigte Fachwerkswände treten, diese dürfen aber der statischen Bestimmbarkeit wegen nur drei Diagonalen erhalten. Sie dürfen dieselben auch vollzählig haben, dann mufs aber eine entsprechende Anzahl Stäbe an einer anderen Stelle fehlen, damit der Föppl'sche Satz Anwendung findet. Der erstere Fall erscheint indes am besten verwendbar. Die Kraftzerlegung bleibt in diesem letzteren Falle dieselbe, die Gleichungen für das Gleichgewicht sind aber nicht in den Auflagerpunkten, sondern in den Knotenpunkten des letzten Ringes anzusetzen, und dabei anstatt der beliebigen lothrechten Auflagercomponenten beliebige Componenten in den untersten Stäben anzunehmen.

In diesen Fällen hat man jedoch stets zu untersuchen, ob das System überall stabil ist, ob nicht zu übertragende Kräfte in Knotenpunkten entstehen, welche zur Uebertragung zu wenig Stäbe haben. Ferner kann der Fall eintreten, dafs wenn man in einem stabilen und dem Föppl'schen Satze sich anpassenden Systeme Stäbe von einer Stelle nach einer andern bringt, sodafs dieser Satz nach wie vor zutrifft, das System doch in einen stabilen und in einen labilen Theil zerfällt.

Weitere Ausführungen würden den für diese Abhandlung gestatteten Rahmen überschreiten.

Hannover, im Februar 1887. Hacker.

Strömung und Salzgehalt der Elbe bei Cuxhaven.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 19 im Atlas.)

Im Fluthgebiet der Ströme dringt das salzige Meerwasser mit der Fluth stromaufwärts, vermischt sich mit dem süfsen Wasser des oberen Stromes und fliefst mit diesem vereint während der Ebbe wieder in die See. Viele Umstände machen diesen Vorgang zu einem verwickelten und wechselvollen. Zu diesen gehören: der Unterschied im specifischen Gewicht des Meer- und des Flufswassers, die verschiedene Höhe der Tiden, die veränderliche Menge des oberen Zuflusses und die Richtung und Stärke des Windes, welche auf den mittleren Wasserstand bald hebend, bald senkend einwirken. Durch diese mannigfachen Einflüsse, welche jede Tide von der vorhergehenden und folgenden abweichend gestalten, ja, welche bewirken, dafs niemals zwei Tiden völlig mit einander übereinstimmen, wird es aufserordentlich schwierig gemacht, den regelmäfsigen Zustand des Fluthgebietes festzustellen, und es wird nicht zuviel gesagt sein, wenn man behauptet, dafs diese Aufgabe bisher noch nicht für einen einzigen Flufs völlig gelöst worden ist.

In die weit geöffnete Mündung der Elbe dringt das salzige Wasser weit hinein, je nach Umständen vielleicht 30 bis 50 Seemeilen weit; aber bis zu welchem Punkte unter gegebenen Verhältnissen und in welcher Mischung, darüber dürfte niemand einigermafsen sicheren Aufschlufs zu geben im Stande sein. Ebensowenig ist es bekannt, in welcher Weise das specifische Gewicht und die Strömungen des Wassers mit der Tiefe sich während des Verlaufes der Tide ändern und ob sie sich gegenseitig beeinflussen. Es läfst sich aber voraussetzen, dafs auch von der Beantwortung dieser Fragen nicht nur in wissenschaftlicher, sondern ebensosehr in wasserbaulicher Beziehung wichtige Aufschlüsse zu erwarten sein würden.

Angesichts dieser Verhältnisse darf die Mittheilung einiger Messungen, welche sich auf die Strömungen und den Salzgehalt des Wassers der Elbe bei Cuxhaven beziehen, vielleicht auf allgemeineres Interesse rechnen, obgleich dieselben, wie vorweg bemerkt werden mufs, mehr geeignet sind, die vorhandene Lücke zu zeigen, als sie völlig auszufüllen.

I. Die Strömungen.

Die im Sommer 1884 angestellten Geschwindigkeitsmessungen bezweckten, die Strömungen in verschiedenen Tiefen für

einen einzelnen Punkt des Stromes während der Dauer einer Tide zu ermitteln. Durch die großen Tiefen, die zeitweilig starke Strömung und den oft störenden Seegang wurde diese Aufgabe sehr erschwert, aber glücklicherweise lag während mehrerer Monate ein Feuerschiff auf der Reede, und diese Gelegenheit konnte dazu benutzt werden, eine bequeme und sichere Einrichtung zur Vornahme der Messungen zu treffen. Das Feuerschiff lag auf 15 m Tiefe bei Niedrigwasser, 690 m in der Richtung N. zu O. vom Cuxhavener Leuchtthurm entfernt und war derart verankert, dafs der Punkt auf dem Schiffe, an dem die Messungen gemacht wurden, während der Ebbe nur 27 m weiter stromabwärts lag als während der Fluth, sodafs sämtliche Messungen als an einem und demselben Punkte angestellt betrachtet werden dürfen.

Für die wassermessende Schraube — d. i. ein Woltmanscher Flügel, dessen Flügel durch eine kleine Schiffsschraube ersetzt sind —, mit der die Geschwindigkeiten gemessen werden sollten, mufste eine besondere Führung geschaffen werden, weil sie wegen der großen Tiefe und wegen der Bewegungen des Schiffes nicht wohl in der sonst üblichen Weise an einer Stange gehandhabt werden konnte. Zu dem Ende wurde durch die Fockwanten des Schiffes eine Spiere gesteckt und auf dieser wurden aufsenbords zwei einscheibige Blöcke befestigt. Durch den äufseren Block lief ein 4 mm starkes Drahtseil, welches durch ein angehängtes, 160 kg schweres Bleigewicht straff gespannt, und durch ein zweites Drahtseil, das vom unteren Ende des ersten nach der Spitze des Klüverbaumes führte, in senkrechter Stellung erhalten wurde. Durch den anderen Block lief ein drittes, aus zwei Drähten von 0,6 mm Durchmesser bestehendes Drahtseil und an diesem hing die Schraube, welche am unteren Ende einer 1,5 m langen, über das senkrechte Drahtseil gestreiften Messingröhre befestigt war. Von den Blöcken waren die beiden Drahtseile nach auf Deck befindlichen Winden geführt und konnten mit Hülfe derselben aufgeholt und niedergelassen werden. Auf diese Weise war die Schraube so bequem zu regieren, dafs sie innerhalb 18 bis 20 Secunden bis zur Tiefe von 14 m gesenkt und wieder gehoben werden konnte.

Zum Zählen der Umdrehungen der Schraube war ein elektrisches Läutewerk vorhanden, dasselbe erwies sich indes als unbrauchbar, weil das salzige Wasser den elektrischen Strom schlofs und infolge dessen ein unaufhörliches Klingeln verursachte, sowie sich die Schraube unter Wasser befand. Das Läutewerk wurde deshalb beseitigt, und da sich das Ausrücken des Zählrades mittels einer Schnur ebenfalls als unausführbar herausstellte, erübrigte nur, das Zählrad frei laufen zu lassen und die Schraube nach jeder Messung zum Ablesen der Umdrehungen aus dem Wasser zu heben. Die dabei unvermeidlichen Fehler sollten dadurch ausgeschaltet werden, dafs die Zahl der Umdrehungen nicht unmittelbar, sondern aus dem Unterschiede zweier Messungen bestimmt wurde, von denen eine sich über fünf, die andere nur über eine Minute Dauer erstreckte. Der Unterschied sollte die fehlerlose Zahl der Umdrehungen für vier Minuten Dauer ergeben. Thatsächlich stellte sich die Sache jedoch etwas anders, weil die Strömungen keineswegs stetig, sondern abwechselnd stärker und schwächer sind. Die Einminutenmessungen zeigen deshalb viel gröfsere Abweichungen von der durchschnittlichen Stromgeschwindigkeit als die Fünfminutenmessungen, und zieht man erstere von letzteren ab, so erscheint ihr ungenaueres Ergebnifs mit ein Viertel des Werthes im Gesamtergebnifs, wodurch dieses offenbar verschlechtert wird. Aufserdem läfst sich dann kein bestimmter Zeitpunkt für die Messung angeben, was auch als ein wesentlicher Nachtheil zu betrachten ist, weil die Stärke der Strömung sich zu Zeiten so schnell ändert, dafs einige Minuten später oder früher schon einen nennenswerthen Unterschied hervorbringen. Es wurde deshalb vorgezogen, die Ein- und Fünfminutenmessungen zu verbinden und wie eine einzige Messung zu betrachten. Da beide stets unmittelbar nach einander gemacht sind, so ergiebt sich dann der Zeitpunkt der Messung mit Sicherheit und die kürzere Messung hat keinen gröfseren Einflufs auf das Gesamtergebnifs, als ihrer Dauer zukommt. Allerdings bleibt dabei der Fehler, welchen das Durchfahren von Wasserschichten verschiedener Geschwindigkeit mit der Schraube veranlafst, indes ist derselbe nicht von grofser Bedeutung, und die folgenden Untersuchungen bezwecken, seine Gröfse annähernd festzustellen.

In Abb. 1 auf Blatt 19 sind die dreieinhalbstündigen Messungen eines Tages während der stärksten Ebbeströmung in der Art aufgetragen, dafs die Ergebnisse der Fünfminutenmessungen durch stetige Linien mit einander verbunden, diejenigen der Einminutenmessungen aber nur durch einzelne Punkte ersichtlich gemacht sind. Man sieht, dafs die Punkte oft sehr stark von den gezogenen stetigen Linien abweichen, und meistens ergeben sie gröfsere Geschwindigkeiten, was sich durch die mit der Tiefe abnehmende Strömung erklärt. Mifst man die Abstände der Punkte von den entsprechenden Linien, so findet man, dafs die Einminutenmessungen die Geschwindigkeiten

in 3 m 8,5 m und 14 m Tiefe durchschnittlich um 0,020 m, 0,014 m und 0,109 m gröfser ergeben als die Fünfminutenmessungen. Aus je sechs Doppelmessungen eines anderen Tages ergaben sich, ebenfalls bei starker Ebbeströmung, in denselben drei Tiefen die Abweichungen in gleichem Sinne zu

0,005 m 0,004 m und 0,045 m,

folglich viel kleiner. Nimmt man an, dafs durch Abzug der aus den beiden Messungen gefundenen Umdrehungen von einander ein durchschnittlich richtiges Ergebnifs erhalten wird, so ist in diesem die Einminutenmessung mit einem Viertel des Betrages ihrer Abweichung von der Fünfminutenmessung enthalten. Fügt man die Umdrehungen der beiden Messungen zu einander, so erscheint dieselbe Abweichung mit einem Sechstel ihres Betrages, und der Fehler beträgt $^1/_4 + ^1/_6 = ^5/_{12}$ der Abweichung, um welchen Betrag das Ergebnifs zu grofs gefunden wird. Im Durchschnitt obiger fünfzehn Doppelmessungen betrüge der Fehler demnach:

für 3 m $8^1/_2$ m und 14 m Tiefe
+ 0,006 m + 0,004 m und + 0,035 m, ist also nur in der Tiefe von 14 m merklich.

Bei geringeren Stromgeschwindigkeiten wird der Fehler geringer und während der Fluthströmung meistens negativ. Neun, bezw. sechs Doppelmessungen, welche bei einer Stärke des Fluthstromes von 0,8 bis 1 m in der Secunde angestellt wurden, ergaben aus den Einminutenmessungen gröfsere (+) oder kleinere (—) Werthe als aus den Fünfminutenmessungen:

	für 3 m	$8^1/_2$ m	14 m Tiefe
um	+ 0,013 m	± 0,000 m	— 0,019 m
	— 0,017 m	— 0,035 m	— 0,065 m und
im Durchschnitt	+ 0,001 m	— 0,014 m	— 0,037 m.

Der Fehler, welcher durch Zusammenzählen von zwei zusammengehörigen Messungen entsteht, berechnet sich hieraus in der oben angegebenen Weise während starker Fluthströmung:

für 3 m 8,5 m 14 m Tiefe,
zu $\pm$ 0,000 m — 0,006 m — 0,015 m.

Er ist demnach für die kleineren Tiefen ebenfalls verschwindend, und im ganzen wird man folgern dürfen, dafs er selbst in der Tiefe von 14 m etwa 3 pCt. nirgends überschreitet.

Aus den vorhin mitgetheilten Messungen ergiebt sich, dafs die Stärke der Strömung während der Ebbe von 3 m Tiefe nach abwärts stetig abnimmt, und es bleibt festzustellen, in welcher Tiefe die gröfste Geschwindigkeit stattfindet. Zu dem Ende sind besondere Messungen in den Tiefen von $^1/_2$, 1, 2, 3 und 4 m gemacht, welche die nachstehende Tabelle vollständig enthält:

15. August 1884. Hochwasser 6 U. 15 M. Vm. Niedrigwasser 0 U. 55 M. Nm.

Tiefe m	Tageszeit von	Tageszeit bis	Anzahl der Umdrehungen	Dauer in Secunden	100 Umdrehungen in Secunden	Geschwindigkeit in 1 Secunde m	100 Umdrehungen in Secunden	Geschwindigkeit in 1 Sec. m
0,5	9 U. 7 M.	9 U. 8 M.	222	60	—	—	27,0	1,25
1	9 - 8 -	9 - 9 -	209	58	—	—	27,8	1,22
2	9 - 10 -	9 - 11 -	211	59	—	—	28,0	1,21
3	9 - 12 -	9 - 13 -	203	61	—	—	30,0	1,13
4	9 - 13 -	9 - 14 -	196	59	—	—	30,1	1,13
0,5	9 - 18 -	9 - 19 -	134	29	21,7	1,56	20,3	1,67
„	9 - 19 -	9 - 24 -	1478	298	20,2	1,68		
1	9 - 25 -	9 - 26 -	285	58	20,4	1,66	19,8	1,72
„	9 - 27 -	9 - 33 -	1802	359	19,9	1,71		
„	9 - 34 -	9 - 35 -	317	59	18,6	1,83		
2	9 - 36 -	9 - 37 -	297	60	20,2	1,68	20,1	1,69
„	9 - 37 -	9 - 42 -	1494	300	20,1	1,69		
3	9 - 43 -	9 - 44 -	281	59	21,0	1,61	21,2	1,60
„	9 - 44 -	9 - 49 -	1412	300	21,2	1,60		
4	9 - 50 -	9 - 51 -	273	60	22,0	1,54	22,1	1,53
„	9 - 51 -	9 - 56 -	1360	301	22,1	1,53		
0,5	9 - 56 -	9 - 57 -	374	60	16,0	2,12	16,5	2,06
„	9 - 58 -	10 - 3 -	1804	300	16,6	2,05		
1	10 - 4 -	10 - 5 -	362	60	16,6	2,05	16,8	2,02
„	10 - 5 -	10 - 10 -	1781	300	16,8	2,02		
2	10 - 10 -	10 - 11 -	347	60	17,3	1,97	17,7	1,93
„	10 - 12 -	10 - 17 -	1689	300	17,8	1,92		
3	10 - 17 -	10 - 18 -	330	60	18,2	1,87	18,6	1,83
„	10 - 19 -	10 - 24 -	1607	300	18,7	1,82		
4	10 - 26 -	10 - 27 -	308	60	19,5	1,75	19,5	1,75
„	10 - 28 -	10 - 33 -	1534	300	19,6	1,74		
0,5	10 - 33 -	10 - 34 -	377	60	15,9	2,13	16,25	2,09
„	10 - 34 -	10 - 38 -	1463	239	16,3	2,06		
1	10 - 39 -	10 - 40 -	379	60	15,8	2,14	16,2	2,10
„	10 - 40 -	10 - 42 -	733	120	16,4	2,07		
2	10 - 43 -	10 - 44 -	343	60	17,5	1,95	17,4	1,96
„	10 - 44 -	10 - 46 -	685	119	17,4	1,96		
3	10 - 46 -	10 - 47 -	337	61	18,1	1,88	18,2	1,87
„	10 - 47 -	10 - 49 -	665	121	18,2	1,87		
4	10 - 49 -	10 - 50 -	327	60	18,3	1,86	18.8	1,81
„	10 - 50 -	10 - 52 -	632	120	19,0	1,80		

In dieser Tabelle sind beispielshalber die Ergebnisse der Ein- und Fünf-, bezw. Zwei-, Vier- und Sechsminutenmessungen sowohl getrennt wie vereinigt angegeben, aus Abb. 2 auf Blatt 19 jedoch sind nur die letzteren ersichtlich.

Die in denselben Tiefen nach einander gefundenen Geschwindigkeiten sind in Abb. 2 auf Blatt 19 durch stetige Linien aus freier Hand verbunden, und der Augenschein lehrt, dafs dieselben im allgemeinen ziemlich parallel verlaufen. Eine Ausnahme macht die um 10 U. 40$^1/_2$ M. in 1 m Tiefe gemessene Geschwindigkeit, welche 2,10 m in der Secunde beträgt, nach den übrigen Linien aber nur etwa 2,04 m betragen sollte. Die Ursache dieser Abweichung darf wohl in Unregelmäfsigkeiten der Strömung gesucht werden, wie solche sich häufig dem Auge des Beobachters durch senkrechte und wagerechte Wirbel von kürzerer oder längerer Dauer zu erkennen geben. Sucht man für vier beliebige Zeitpunkte nach Mafsgabe der gefundenen Linien die gleichzeitigen Geschwindigkeiten in den verschiedenen Tiefen, so erhält man die folgenden Werthe, denen die daraus gezogenen Mittelzahlen beigeschrieben sind:

Tiefe m	Um 9U.12$^1/_2$M. m	Um 9U.39M. m	Um 10U.7M. m	Um 10U.35$^1/_2$M. m	Mittel m	Unterschiede m
0,5	1,44	1,93	2,08	2,09	1,89	0,07
1	1,35	1,83	2,02	2,09	1,82	0,12
2	1,26	1,69	1,90	1,96	1,70	0,13
3	1,13	1,52	1,77	1,86	1,57	0,09
4	1.12	1,41	1,63	1.77	1,48	

Die Geschwindigkeit nimmt also von 0,5 bis 1 m Tiefe um 0,07 m und dann auf jedes der folgenden Meter bezw. um 0,12 m, 0,13 m und 0,09 m ab, folglich fast gleichmäfsig von oben nach unten, und man wird ohne nennenswerthen Fehler annehmen dürfen, dafs die Ebbeströmung in unmittelbarer Nähe der Oberfläche am stärksten ist. Die Fluthströmung verhält

sich freilich anders, wie sich später herausstellen wird, aber in allen Fällen wird eine, durch die in den Tiefen von 3, $8^1/_2$ und 14 m gemessenen Geschwindigkeiten bestimmte Linie auch die Geschwindigkeit an der Oberfläche mit hinreichender Genauigkeit ergeben. In geringeren Tiefen als 3 m sind sonst keine Messungen gemacht, um einen störenden Einflufs des Feuerschiffes, dessen Tiefgang etwa $2^1/_2$ m betrug, mit Sicherheit zu vermeiden.

Da die wassermessende Schraube mit dem Woltman'schen Flügel den Fehler theilt, die Richtung der Strömung nicht anzugeben, so mufs man sich über diese anderweitig unterrichten, namentlich wenn die Möglichkeit vorliegt, dafs die Stromrichtungen an der Oberfläche und in der Tiefe nicht gleich sind. Eine Holzkugel von 0,4 m Durchmesser, durch Belastung etwas schwerer als Wasser, die an einem sehr dünnen Draht gehalten wurde, erwies sich zu diesem Zwecke sehr brauchbar, später aber doch als entbehrlich, weil die aufeinanderfolgenden Messungen ziemlich stetige Linien ergaben, aus denen die Stromrichtung ohne weiteres gefolgert werden konnte. Mehrfach sind auch die Bewegungen des Fahrzeuges beim Kentern des Stromes beobachtet, jedoch stets so allmählich befunden worden, dafs sie auf die Geschwindigkeitsmessungen nicht schädlich einwirken konnten.

Die eigentlichen Messungen, zu deren Besprechung jetzt übergegangen werden soll, erstreckten sich über vier Tage des Monats August 1884, und an jedem dieser Tage wurde von morgens 6 bis abends 7 Uhr ununterbrochen gemessen; eine einzige Unterbrechung von 67 Minuten fand durch einen unvorherzusehenden Zufall statt. In jeder der drei Tiefen sind jedesmal zwei Messungen von zusammen sechs Minuten Dauer gemacht und aus der Summe der gefundenen Schraubenumdrehungen ist die Geschwindigkeit ermittelt. Die nächstfolgenden Tabellen auf Seite 89 bis 92 enthalten die Ergebnisse der einzelnen Doppelmessungen mit Hinzufügung der Höhen und Eintrittszeiten von Hoch- und Niedrigwasser, sowie der Richtung und Stärke des Windes.

Aus diesen Messungen ergeben sich, ungeachtet mancher Abweichungen und Unregelmäfsigkeiten im einzelnen, im ganzen ähnliche Linien, welche sich aber nicht unmittelbar mit einander vergleichen lassen, weil die Dauer von Fluth und Ebbe an jedem Tag eine andere ist. Je zwei Tage sind in Bezug auf die Höhen von Hoch- und Niedrigwasser fast gleich: 11. und 23. August sind annähernd Springtiden mit Fluthgröfsen von 3,11 bezw. 3,28 m; 16. und 28. August sind annähernd Taubetiden mit Fluthgröfsen von 2,60 bezw. 2,62 m. Es sind nun zuerst die Beobachtungen der vier Tage mit grofser Sorgfalt sämtlich auf mittlere Fluth- und Ebbedauer bezogen, dann sind aus den eben genannten Tagepaaren die Mittel genommen und, nachdem sich auch zwischen diesen keine wesentlichen Abweichungen zeigten, ist das Mittel aus allen vier Tagen gesucht und in eine neue Tabelle eingetragen. In dieser Tabelle, welche auf Seite 93 u. 94 unmittelbar der ersten folgt, sind die Zahlen der Spalte „Mittel von oben bis unten“ nicht das Mittel aus den in den Tiefen von 3, $8^1/_2$ und 14 m gemessenen Geschwindigkeiten, sondern auf zeichnerischem Wege ermittelt, indem, wie aus den mit Abb. 3 bezeichneten Zeichnungen auf Blatt 19 beispielsweise zu ersehen, durch die drei gemessenen Geschwindigkeiten eine stetige Linie aus freier Hand gelegt ist und auf dieser die Geschwindigkeiten in gleichmäfsigen Abständen für je ein Fünftel der Tiefe abgemessen wurden.

Die Zahlen der letzten Spalte „Wasserstand über oder unter dem mittleren der Tide“ beziehen sich auf eine mittlere Fluthlinie. Dieselbe ist gefunden, indem die Fluthlinien von vier Tiden, welche sich thunlichst einer mittleren näherten, auf mittlere Fluth- und Ebbedauer und mittlere Hoch- und Niedrigwasserhöhe zurückgeführt sind und dann aus diesen derart erhaltenen Fluthlinien das Mittel genommen wurde.

Nach den Zahlen dieser Tabelle sind in Abb. 4 auf Blatt 19 die vier Geschwindigkeitslinien und die mittlere Fluthlinie aufgetragen. Die wagerechte Linie auf der Zeichnung bedeutet den mittleren Wasserstand der Tide und zugleich den Stromstillstand; von ihr aufwärts sind die Geschwindigkeiten der Fluthströmung, abwärts diejenigen der Ebbeströmung abgesetzt. Betrachtet man in der Zeichnung die Linie der mittleren Geschwindigkeit, die voll ausgezogene Linie, so bemerkt man zunächst, dafs der Stromwechsel nicht gleichzeitig mit Hoch- und Niedrigwasser eintritt, sondern später, und zwar sowohl nach Hoch- wie nach Niedrigwasser um 1 Stunde 22 Minuten später.

Weshalb die Verspätung gerade dieses Mafs und nicht mehr oder weniger beträgt, mufs sich aus den Verhältnissen des Fluthgebietes im allgemeinen erklären lassen, kann aber hier, bei der Betrachtung einer einzelnen Stelle desselben, nur als Thatsache hingenommen werden. Eine Verspätung überhaupt mufs aber in jeder Welle eintreten, denn damit der Scheitel der Welle sich bilden kann, mufs das Wasser von niedrigeren Punkten dahin fliefsen, und ebenfalls ist es zur Erzeugung des Fufspunktes der Welle nothwendig, dafs das Wasser von diesem nach höheren Punkten hin sich entfernt. Diese Nothwendigkeit leuchtet ein bei dem geringsten Nachdenken, aber trotzdem ist nichts gewöhnlicher, als die Verwechslung von Fluth mit Fluthstrom und von Ebbe mit Ebbestrom. Auch in anderen Wellen läfst sich unter günstigen Umständen die gegen das Gefälle gerichtete Strömung beobachten, namentlich in engen, von steilen Ufern begrenzten Fahrwassern, welche von Dampfschiffen durchfahren werden. Man sieht dann folgende Erscheinung: Vor dem Bug des Schiffes bildet sich aus dem verdrängten Wasser ein Wellenberg, welcher durch seinen Druck das vor ihm befindliche Wasser ebenfalls hebt. Dadurch senkt sich das in etwas gröfserer Entfernung vor dem Schiffe befindliche Wasser und bildet ein Wellenthal, welches seinerseits vor dem Schiffe eine gegen dasselbe gerichtete Strömung bewirkt. An dem steilen Ufer bildet sich dann ein Profil, wie es in Abb. 5 dargestellt ist. Die Senkung unter den ungestörten Wasserspiegel ab kann man bei b bis zu 0,4 m beobachten und die Strömung auf der Strecke ab wächst von a nach b und ist bei letzterem Punkte lebhaft. Zwischen b und d ist die Zeichnung ungenau, weil das Wasser hier heftige, schäumende Bewegungen macht, aber jedenfalls erhebt es sich bei b über den ungestörten Wasserspiegel und kann nur auf diese Höhe gelangen, indem es aus dem Wellenthal ab hinauffliefst. Derselbe Hergang findet auf offenen Wasserflächen statt. In dem seichten Meerestheile zwischen Rügen und Hiddens-Oe sah der Verfasser die zur Bezeichnung des Fahrwassers dienenden senkrechten, schwimmenden Spieren, vollständig der Strömung auf der Strecke ab entsprechend, dem Schiffe sich entgegenneigen, sowie dasselbe in ihre Nähe gelangte, und daraus folgt, dafs auch die bergan gerichtete Strömung wie bei b vorhanden gewesen sein mufs. In beiden Fällen sind die Erscheinungen dieselben wie in der

(Fortsetzung auf Seite 93.)

11. August 1884. Hochwasser (3 U. 20 M. Vm.) + 4,84 m, Niedrigwasser 10 U. 5 M. Vm. + 1,83 m.
Hochwasser 3 U. 45 M. Nm. + 5,03 m, Niedrigwasser (10 U. 25 M. Nm.) + 1,89 m.
Wind: 11 U. Vm. N. W. 4,45 m. — 4 U. 30 M. Nm. N. W. 3,88 m in 1 Secunde.

Tiefe m	Tageszeit	Strömung in 1 Sec. m	Strom-richtung	Tiefe m	Tageszeit	Strömung in 1 Sec. m	Strom-richtung	Tiefe m	Tageszeit	Strömung in 1 Sec. m	Strom-richtung
3	6U. 5M.	1,24	Ebbestrom	3	11U.37M.	0,18	Fluthstrom	3	4U. 3M.	0,38	Fluthstrom
8½	6- 17-	0,98	„	8½	11- 42-	0,47	„	8½	4- 15-	0,32	„
14	6- 31-	0,78	„	14	11- 45-	0,56	„	14	4- 23-	0,32	„
3	6- 42-	1,78	„	3	11- 49-	0,53	„	3	4- 29-	0,18	„
8½	6- 51-	1,23	„	8½	11- 54-	0,71	„	8½	4- 33-	0,19	„
14	7- 3-	0,88	„	14	11- 58-	0,76	„	14	4- 37-	0,21	„
3	7- 17-	1,95	„	3	12- 4-	0,80	„	3	4- 42-	0,09	„
8½	7- 25-	1,47	„	8½	12- 11-	1,02	„	8½	4- 46-	0,17	„
14	7- 33-	1,00	„	14	12- 18-	1,00	„	14	4- 50-	0,17	„
3	7- 41-	1,86	„	3	12- 26-	1,23	„	3	4- 53-	0	—
8½	7- 53-	1,53	„	8½	12- 33-	1,20	„	8½	4- 57-	0	—
14	8- 4-	1,00	„	14	12- 43-	0,99	„	14	5- 1-	0,09	Fluthstrom
3	8- 11-	1,67	„	3	12- 51-	1,21	„	3	5- 12-	0,53	Ebbestrom
8½	8- 24-	1,26	„	8½	12- 58-	1,08	„	8½	5- 16-	0,19	„
14	8- 41-	1,02	„	14	1- 4-	1,02	„	14	5- 20-	0,18	„
3	8- 54-	1,40	„	3	1- 10-	1,05	„	3	5- 27-	0,57	„
8½	9- 6-	1,25	„	8½	1- 17-	1,06	„	8½	5- 36-	0,57	„
14	9- 17-	0,99	„	14	1- 24-	0,95	„	14	5- 44-	0,40	„
3	9- 35-	1,31	„	3	1- 32-	1,04	„	3	5- 51-	0,87	„
8½	9- 54-	1,08	„	8½	1- 48-	0,94	„	8½	5- 59-	0,74	„
14	10- 5-	0,88	„	14	1- 57-	0,94	„	14	6- 6-	0,50	„
3	10- 13-	1,15	„	3	2- 6-	0,95	„	3	6- 13-	1,13	„
8½	10- 21-	0,93	„	8½	2- 14-	0,92	„	8½	6- 20-	0,94	„
14	10- 29-	0,76	„	14	2- 22-	0,90	„	14	6- 27-	0,68	„
3	10- 37-	1,00	„	3	2- 32-	0,91	„	3	6- 34-	1,46	„
8½	10- 44-	0,72	„	8½	2- 45-	0,84	„	8½	6- 42-	1,12	„
14	10- 55-	0,34	„	14	2- 55-	0,60	„	14	6- 53-	0,90	„
3	11- 6-	0,67	„	3	3- 3-	0,75	„	3	7- 3-	1,81	„
8½	11- 14-	0,19	„	8½	3- 11-	0,66	„	8½	7- 10-	1,32	„
14	11- 20-	0,19	Fluthstrom	14	3- 18-	0,60	„	14	7- 21-	0,97	„
3	11- 24-	0,21	Ebbestrom	3	3- 25-	0,71	„				
8½	11- 28-	0,19	Fluthstrom	8½	3- 35-	0,69	„				
14	11- 32-	0,36	„	14	3- 49-	0,59	„				

16. August 1884. Hochwasser 7 U. 30 M. Vm. + 4,67 m, Niedrigwasser (1 U. 30 M. Vm.) + 2,18 m.
Hochwasser 7 U. 55 M. Nm. + 4,68 m, Niedrigwasser 2 U. 10 M. Nm. + 2,08 m.
Wind: 8 U. 30 M. Vm. N. W. 2,14 m. — 3 U. Nm. N. N. W. 2,57 m. — 9 U. Nm. N. O. 2,79 m in 1 Secunde.

Tiefe m	Tageszeit	Strömung in 1 Sec. m	Strom-richtung	Tageszeit	Strömung in 1 Sec. m	Strom-richtung	Tageszeit	Strömung in 1 Sec. m	Strom-richtung	Tageszeit	Strömung in 1 Sec. m	Strom-richtung
3	6U. 3M.	0,95	Fluthstrom	11U.50M.	1,91	Ebbestrom	3U.19M.	0,63	Ebbestrom	6U.12M.	0,99	Fluthstrom
8½	6- 11-	0,88	„	11- 57-	1,37	„	3- 22-	0,29	„	6- 18-	0,99	„
14	6- 18-	0,74	„	12- 5-	1,04	„	3- 26-	0,16	„	6- 36-	0,70	„
3	6- 25-	0,71	„	12- 13-	1,92	„	3- 30-	0,45	„	6- 42-	0,83	„
8½	6- 33-	0,85	„	12- 19-	1,54	„	3- 34-	0,14	„	6- 48-	0,89	„
14	6- 45-	0,74	„	12- 27-	1,16	„	3- 38-	0,18	Fluthstrom	6- 55-	0,78	„
3	6- 57-	0,57	„	12- 35-	1,81	„	3- 41-	0,22	Ebbestrom	7- 2-	0,80	„
8½	7- 4-	0,76	„	12- 41-	1,49	„	3- 45-	0,10	Fluthstrom	7- 9-	0,85	„
14	7- 17-	0,62	„	12- 48-	0,97	„	3- 49-	0,25	„	7- 15-	0,77	„
3	7- 24-	0,55	„	12- 55-	1,58	„	3- 52-	0,19	Ebbestrom	7- 20-	0,72	„
8½	7- 32-	0,64	„	1- 1-	1,18	„	3- 56-	0,19	Fluthstrom	7- 23-	0,75	„
14	7- 38-	0,50	„	1- 8-	0,90	„	4- 0-	0,34	„	7- 27-	0,64	„
3	7- 46-	0,46	„	1- 15-	1,36	„	4- 4-	0	—			
8½	7- 54-	0,50	„	1- 22-	1,12	„	4- 8-	0,44	Fluthstrom			
14	8- 1-	0,41	„	1- 29-	0,90	„	4- 12-	0,50	„			
3	8- 10-	0,21	„	1- 36-	1,18	„	4- 15-	0,39	„			
8½	8- 18-	0,30	„	1- 42-	0,98	„	4- 19-	0,69	„			
14	8- 26-	0,23	„	1- 50-	0,87	„	4- 23-	0,59	„			
3	8- 34-	0	—	1- 57-	1,13	„	4- 28-	0,69	„			
8½	8- 41-	0,18	Fluthstrom	2- 4-	0,98	„	4- 35-	0,89	„			
14	8- 45-	0,12	„	2- 11-	0,85	„	4- 42-	0,77	„			
3	9- 57-	1,02	Ebbestrom	2- 18-	1,17	„	4- 49-	0,90	„			
8½	10- 5-	0,76	„	2- 25-	0,93	„	4- 56-	1,02	„			
14	10- 16-	0,52	„	2- 31-	0,77	„	5- 3-	1,00	„			
3	10- 23-	1,26	„	2- 38-	1,07	„	5- 9-	1,18	„			
8½	10- 30-	0,90	„	2- 45-	0,80	„	5- 16-	1,13	„			
14	10- 40-	0,72	„	2- 52-	0,47	„	5- 23-	1,02	„			
3	10- 51-	1,66	„	2- 57-	0,91	„	5- 30-	1,10	„			
8½	10- 58-	1,15	„	3- 1-	0,59	„	5- 36-	1,28	„			
14	11- 8-	0,84	„	3- 4-	0,31	„	5- 44-	0,92	„			
3	11- 17-	1,82	„	3- 8-	0,75	„	5- 51-	0,85	„			
8½	11- 25-	1,22	„	3- 11-	0,41	„	5- 58-	0,91	„			
14	11- 35-	0,95	„	3- 15-	0,20	„	6- 5-	0,94	„			

23. August 1884. Hochwasser (2 U. 0 M. Vm.) + 4,80 m, Niedrigwasser 9 U. 0 M. Vm. + 1,77 m.
Hochwasser 2 U. 20 M. Nm. + 5,08 m, Niedrigwasser (9 U. 20 M. Nm.) + 1,71 m.
Wind: 10 U. Vm. O.N.O. 0,43 m. — 3 U. Nm. N.N.W. 4,26 m in 1 Secunde.

Tiefe m	Tageszeit	Strömung in 1 Sec. m	Strom-richtung	Tageszeit	Strömung in 1 Sec. m	Strom-richtung	Tageszeit	Strömung in 1 Sec. m	Strom-richtung	Tageszeit	Strömung in 1 Sec. m	Strom-richtung
3	5U. 28M.	1,86	Ebbestrom	9U. 13M.	1,13	Ebbestrom	12U. 27M.	1,07	Fluthstrom	3U. 44M.	0,05	Ebbestrom
8½	5- 34-	1,22	„	9- 6- 9- 21-	1,10 0,86	„	12- 33-	1,04	„	3- 48-	0,08	„
14	5- 41-	0,90	„	9- 27-	0,60	„	12- 40-	0,97	„	3- 53-	0	—
3	5- 47-	1,98	„	9- 34-	1,06	„	12- 47-	0,98	„	3- 57-	0	—
8½	5- 55-	1,32	„	9- 42-	0,51	„	12- 54-	1,01	„	4- 2-	0,11	Ebbestrom
14	6- 1-	0,88	„	9- 48-	0,30	„	1- 0-	0,89	„	4- 6-	0,26	„
3	6- 7-	2,01	„	9- 54-	0,71	„	1- 7-	0,99	„	4- 10-	0,44	„
8½	6- 14-	1,46	„	9- 59-	0,28	„	1- 13-	0,89	„	4- 15-	0,45	„
14	6- 21-	1,03	„	10- 3-	0,03	Fluthstrom	1- 20-	0,81	„	4- 19-	0,31	„
3	6- 27-	2,01	„	10- 8-	0,32	Ebbestrom	1- 27-	0,95	„	4- 25-	0,68	„
8½	6- 34-	1,47	„	10- 12-	0,11	Fluthstrom	1- 33-	0,87	„	4- 31-	0,67	„
14	6- 41-	1,14	„	10- 16-	0,32	„	1- 40-	0,77	„	4- 38-	0,48	„
3	6- 48-	1,79	„	10- 21-	0	—	1- 46-	0,92	„	4- 44-	0,94	„
8½	6- 54-	1,36	„	10- 26-	0,36	Fluthstrom	1- 53-	0,74	„	4- 51-	0,86	„
14	7- 1-	1,03	„	10- 30-	0,56	„	1- 59-	0,66	„	4- 57-	0,60	„
3	7- 7-	1,56	„	10- 35-	0,42	„	2- 6-	0,83	„	5- 5-	1,26	„
8½	7- 15-	1,36	„	10- 40-	0,68	„	2- 12-	0,75	„	5- 11-	0,98	„
14	7- 21-	1,12	„	10- 44-	0,71	„	2- 19-	0,57	„	5- 17-	0,74	„
3	7- 29-	1,56	„	10- 49-	0,77	„	2- 25-	0,65	„	5- 24-	1,51	„
8½	7- 35-	1,31	„	10- 53-	0,90	„	2- 32-	0,54	„	5- 31-	1,18	„
14	7- 42-	1,04	„	10- 58-	0,89	„	2- 38-	0,40	„	5- 37-	0,89	„
3	7- 48-	1,35	„	11- 3-	0,98	„	2- 45-	0,40	„	5- 44-	1,82	„
8½	7- 55-	1,28	„	11- 10-	1,17	„	2- 52-	0,38	„	5- 50-	1,31	„
14	8- 1-	1,10	„	11- 16-	0,97	„	2- 58-	0,28	„	5- 57-	1,02	„
3	8- 7-	1,47	„	11- 23-	1,37	„	3- 3-	0,29	„	6- 3-	1,99	„
8½	8- 14-	1,19	„	11- 30-	1,15	„	3- 8-	0,27	„	6- 10-	1,36	„
14	8- 20-	0,98	„	11- 36-	0,98	„	3- 12-	0,24	„	6- 16-	0,92	„
3	8- 28-	1,37	„	11- 43-	1,15	„	3- 17-	0,15	„	6- 23-	2,02	„
8½	8- 34-	1,14	„	11- 50-	0,98	„	3- 21-	0,16	„	6- 29-	1,47	„
14	8- 41-	0,97	„	11- 57-	1,04	„	3- 26-	0,11	„	6- 36-	1,02	„
3	8- 48-	1,30	„	12- 3-	1,12	„	3- 30-	0	—	6- 43- 7- 3-	1,87 1,62	„
8½	8- 52-	1,05	„	12- 13-	1,16	„	3- 35-	0,03	Fluthstrom	6- 50-	1,46	„
14	8- 59-	0,80	„	12- 20-	1,05	„	3- 39-	0,16	„	6- 57-	1,02	„

28. August 1884. Hochwasser 5 U. 10 M. Vm. + 4,75 m, Niedrigwasser 11 U. 45 M. Vm. + 2,00 m.
Hochwasser 5 U. 15 M. Nm. + 4,49 m, Niedrigwasser (11 U. 55 M. Nm.) + 1,98 m.
Wind: 6 U. Vm. S. 4,26 m, 1 U. Nm. S.S.O., 5,14 m, 6 U. Nm. S. 5,12 m in 1 Secunde.

Tiefe m	Tageszeit	Strömung in 1 Sec. m	Strom-richtung	Tageszeit	Strömung in 1 Sec. m	Strom-richtung	Tageszeit	Strömung in 1 Sec. m	Strom-richtung	Tageszeit	Strömung in 1 Sec. m	Strom-richtung
3	5U. 41M.	0,26	Fluthstrom	8U. 36M.	1,77	Ebbestrom	1U. 5M.	0,30	Ebbestrom	4U. 21M.	1,02	Fluthstrom
8½	5- 46-	0,55	„	8- 44-	1,13	„	1- 10-	0,20	Fluthstrom	4- 28-	1,08	„
14	5- 51-	0,38	„	8- 50-	0,84	„	1- 15-	0,41	„	4- 34-	1,01	„
3	5- 55-	0,18	„	8- 58-	1,92	„	1- 19-	0,17	„	4- 41-	1,08	„
8½	6- 0-	0,40	„	9- 5-	1,27	„	1- 21-	0,40	„	4- 48-	1,02	„
14	6- 5-	0,30	„	9- 13-	0,92	„	1- 28-	0,48	„	4- 55-	1,09	„
3	6- 9-	0,13	„	9- 21-	1,77	„	1- 36-	0,33	„	5- 2-	0,74	„
8½	6- 14-	0,30	„	9- 29-	1,46	„	1- 40-	0,65	„	5- 8-	1,09	„
14	6- 18-	0,19	„	9- 40-	1,09	„	1- 45-	0,61	„	5- 14-	1,01	„
3	6- 22-	0	—	9- 47-	1,63	„	1- 50-	0,55	„	5- 20-	0,54	„
8½	6- 26-	0,19	Fluthstrom	9- 54-	1,36	„	1- 54-	0,80	„	5- 24-	0,99	„
14	6- 31-	0,17	„	10- 0-	1,19	„	1- 59-	0,99	„	5- 29-	0,92	„
3	6- 35-	0,19	Ebbestrom	10- 8-	1,58	„	2- 4-	0,76	„	5- 33-	0,45	„
8½	6- 40-	0,19	Fluthstrom	10- 15-	1,39	„	2- 9-	1,02	„	5- 38-	0,92	„
14	6- 45-	0,14	„	10- 22-	1,13	„	2- 13-	0,93	„	5- 43-	0,83	„
3	6- 49-	0,33	Ebbestrom	10- 30-	1,57	„	2- 19-	0,92	„	5- 49-	0,26	„
8½	6- 54-	0,17	„	10- 37-	1,33	„	2- 26-	1,13	„	5- 55-	0,72	„
14	6- 58-	0,16	„	10- 44-	1,06	„	2- 33-	0,80	„	6- 1-	0,76	„
3	7- 3-	0,47	„	10- 51-	1,51	„	2- 40-	1,22	„	6- 5-	0,19	„
8½	7- 7-	0,28	„	10- 59-	1,28	„	2- 47-	1,09	„	6- 9-	0,90	„
14	7- 11-	0,24	„	11- 6-	0,98	„	2- 54-	0,53	„	6- 15-	0,58	„
3	7- 16-	0,72	„	11- 13-	1,14	„	3- 1-	1,28	„	6- 20-	0	—
8½	7- 20-	0,44	„	11- 20-	1,16	„	3- 8-	1,11	„	6- 26-	0,60	Fluthstrom
14	7- 25-	0,33	„	11- 29-	0,94	„	3- 14-	1,51	„	6- 30-	0,43	„
3	7- 30-	0,92	„	11- 37-	1,29	„	3- 21-	1,30	„	6- 34-	0,13	Ebbestrom
8½	7- 38-	0,72	„	11- 44-	1,01	„	3- 28-	1,40	„	6- 39-	0,39	Fluthstrom
14	7- 46-	0,48	„	12- 0-	0,76	„	3- 34-	1,17	„	6- 44-	0,19	„
3	7- 54-	1,13	„	12- 15-	1,01	„	3- 41-	1,07	„	6- 49-	0,16	Ebbestrom
8½	8- 0-	0,90	„	12- 22-	0,75	„	3- 48-	1,28	„	6- 53-	0,19	Fluthstrom
14	8- 7-	0,68	„	12- 28-	0,42	„	3- 55-	1,11	„	6- 58-	0,19	„
3	8- 15-	1,40	„	12- 35-	0,81	„	4- 1-	0,95	„			
8½	8- 22-	1,03	„	12- 53-	0,23	„	4- 8-	1,10	„			
14	8- 29-	0,76	„	1- 0-	0,16	Fluthstrom	4- 14-	1,15	„			

Mittlere Geschwindigkeiten der vier Tage: 11., 16., 23. und 28. August 1884.
Bezogen auf eine mittlere Tide von 5 St. 34 Min. Fluth- und 6 St. 51 Min. Ebbedauer.

Zeitpunkt in der Tide	Geschwindigkeit in der Secunde in der Tiefe von			Mittel von oben bis unten	Wassertiefe	Wasserstand über (+) oder unter (—) dem mittleren
	3 Meter	8,5 Meter	14 Meter			
	m	m	m	m	m	m
Niedrigwasser	— 1,20	— 1,02	— 0,85	— 1,06	15,0	— 1,49
$^1/_2$ Stunde nach Niedrigwasser	— 1,03	— 0,80	— 0,61	— 0,84	15,1	— 1,42
1 „ „ „	— 0,65	— 0,35	— 0,14	— 0,42	15,4	— 1,13
$1^1/_2$ „ „ „	± 0,00	+ 0,26	+ 0,38	+ 0,19	15,8	— 0,69
2 „ „ „	+ 0,63	+ 0,78	+ 0,71	+ 0,70	16,3	— 0,20
$2^1/_2$ „ „ „	+ 1,09	+ 1,10	+ 0,93	+ 1,03	16,7	+ 0,25
3 „ „ „	+ 1,15	+ 1,08	+ 0,94	+ 1,05	17,1	+ 0,62
$3^1/_2$ „ „ „	+ 1,08	+ 1,14	+ 1,03	+ 1,07	17,4	+ 0,90
4 „ „ „	+ 0,99	+ 1,05	+ 0,96	+ 0,99	17,6	+ 1,09
$4^1/_2$ „ „ „	+ 0,91	+ 0,93	+ 0,86	+ 0,89	17,7	+ 1,21
5 „ „ „	+ 0,85	+ 0,81	+ 0,78	+ 0,81	17,8	+ 1,29
$5^1/_2$ „ „ „	+ 0,63	+ 0,76	+ 0,70	+ 0,68	17,8	+ 1,32
5 St. 34 M. nach Hochwasser	+ 0,60	+ 0,74	+ 0,68	+ 0,65	17,8	+ 1,32
6 Stunden „ Niedrigwasser	+ 0,36	+ 0,53	+ 0,50	+ 0,45	17,8	+ 1,28
$6^1/_2$ „ „ „	+ 0,12	+ 0,31	+ 0,28	+ 0,22	17,7	+ 1,16
7 „ „ „	— 0,22	+ 0,03	+ 0,09	— 0,04	17,4	+ 0,96
$7^1/_2$ „ „ „	— 0,57	— 0,36	— 0,24	— 0,39	17,2	+ 0,70
8 „ „ „	— 0,99	— 0,72	— 0,45	— 0,73	16,9	+ 0,41
$8^1/_2$ „ „ „	— 1,34	— 0,96	— 0,67	— 1,00	16,6	+ 0,11
9 „ „ „	— 1,75	— 1,16	— 0,83	— 1,29	16,3	— 0,19
$9^1/_2$ „ „ „	— 1,92	— 1,30	— 0,90	— 1,42	16,0	— 0,48
10 „ „ „	— 1,84	— 1,44	— 1,02	— 1,48	15,8	— 0,74
$10^1/_2$ „ „ „	— 1,70	— 1,41	— 1,08	— 1,43	15,5	— 0,98
11 „ „ „	— 1,55	— 1,32	— 1,05	— 1,35	15,3	— 1,19
$11^1/_2$ „ „ „	— 1,40	— 1,22	— 1,00	— 1,24	15,1	— 1,36
12 „ „ „	— 1,30	— 1,10	— 0,94	— 1,14	15,0	— 1,46

Fluthwelle, nur machen sie in dieser einen viel räthselhafteren Eindruck, weil sie unübersehbar sind.

Verfolgt man die Linie der mittleren Geschwindigkeit in Abb. 4 weiter vom Stromwechsel nach Niedrigwasser, so fällt ihre unregelmäfsige Form auf. Bis $2^1/_2$ Stunden nach Niedrigwasser wächst die Strömung schnell, dann langsam und ist während der Fluth am stärksten, 1,07 m in der Secunde, etwa $3^1/_2$ Stunden nach Niedrigwasser. In den nächsten zwei Stunden, bis Hochwasser, nimmt sie nur wenig ab, dann schneller bis zum Stromstillstande; der Ebbestrom setzt ein und erreicht, ziemlich stetig wachsend, seine gröfste Schnelligkeit mit 1,48 m in der Secunde 10 Stunden nach Niedrigwasser. Die Abnahme des Ebbestromes erfolgt erst langsamer, in den $2^1/_2$ Stunden bis Niedrigwasser auf 1,06 m in der Secunde, und darauf schneller in 1 St. 22 M. bis zum Stromstillstande. Gegenüber der so regelmäfsigen Fluthlinie sind diese Unregelmäfsigkeiten der Strömung nur durch die eigenthümliche Gestaltung des Strombettes zu erklären. Die Elbe fliefst bei Cuxhaven in zwei Armen, zwischen denen niedrige Sandbänke und weite Wasserflächen eingeschlossen sind. Um die Zeit, wenn die Stärke des Fluthstromes fast aufhört zu wachsen, $2^1/_2$ Stunden nach Niedrigwasser, hat das Wasser eben seine mittlere Höhe erreicht und bedeckt die Sände nahezu vollständig. Vielleicht wird dann über diese Sände hinweg den oberen Stromtheilen Wasser zugeführt, wodurch im Cuxhavener Arm die Strömung geschwächt werden müfste. Während der zweiten Hälfte der Ebbe fällt ein starker Strom aus dem Cuxhavener Stromarme quer über die Sände in die zwischen denselben befindlichen Wasserflächen, welche nach unten ihren Abflufs haben, und diese Thatsache steht im Zusammenhange mit der überwiegenden Bedeutung des südlichen Armes für die Ebbeströmung. Ueberschlägliche Berechnungen, welche mit Hülfe der mittleren Geschwindigkeitslinie angestellt sind, ergeben nämlich, dafs während der Ebbe durch den Cuxhavener Arm etwa 320 Millionen Cubikmeter — während des stärksten Ebbestromes etwa 20000 cbm in der Secunde — abwärts fliefsen, während der Fluth aber nur etwa 220 Millionen Cubikmeter aufwärts. Von dem Mehr von 100 Millionen Cubikmeter trifft ungefähr der fünfte Theil auf dasjenige Wasser, welches die Elbe während der Tide dem Fluthgebiet zugeführt hat, und der Rest von 75 Millionen kann nur daher rühren, dafs die Richtung des Cuxhavener Elbarmes den Abflufs des Ebbewassers gegenüber dem nördlichen Arme begünstigt.

Ein mittelbarer Beweis für den grofsen Einflufs der Gestaltung des Strombettes auf die unregelmäfsige Form der Geschwindigkeitslinie bei Cuxhaven findet sich in den Ergebnissen der weiter seewärts angestellten Geschwindigkeitsmessungen. Vier Seemeilen unterhalb Cuxhaven ist die Elbe wieder in einem einzigen Stromschlauche vereinigt, den sie auf einer Länge von 10 Seemeilen in fast gerader Linie verfolgt. Auf dieser Strecke, deren Breite zwischen den Tiefenlinien von 10 m bei Niedrigwasser 1500 m beträgt, liegen das dritte und das zweite Elbfeuerschiff, 8 bezw. 12 Seemeilen von Cuxhaven entfernt, und von der Besatzung dieser Schiffe sind die Stromgeschwindigkeiten vom 1. September bis 31. December 1883 von Stunde zu Stunde mit dem Log gemessen worden. Die Messungen zeigen vielfach grofse Abweichungen unter einander, wie solche durch Stürme und Sturmfluthen auch unzweifelhaft veranlafst werden müssen,

geben jedoch in den Mittelzahlen, auch schon für kürzere Zeitabschnitte, sehr stetig verlaufende Linien. Nachstehend sind dieselben, auf eine mittlere Tide bezogen, für jedes der beiden Feuerschiffe zusammengestellt. In Abb. 6 auf Blatt 19 sind sie aufgezeichnet.

Mittlere Oberflächengeschwindigkeiten
vom 1. September bis 31. December 1883.

Zeit in der Tide	bei dem zweiten Elbfeuerschiff m	bei dem dritten Elbfeuerschiff m
Niedrigwasser	— 0,83	— 0,55
½ Stunde nach Niedrigwasser	— 0,54	— 0,32
1 „ „ „	— 0,23	— 0,05
1½ „ „ „	+ 0,12	+ 0,24
2 „ „ „	+ 0,46	+ 0,54
2½ „ „ „	+ 0,82	+ 0,81
3 „ „ „	+ 1,08	+ 0,95
3½ „ „ „	+ 1,21	+ 0,96
4 „ „ „	+ 1.21	+ 0,88
4½ „ „ „	+ 1,06	+ 0,74
5 „ „ „	+ 0,82	+ 0,58
5½ „ „ „	+ 0,58	+ 0,41
5 St. 34 M. nach Hochwasser	+ 0,55	+ 0.39
6 Stunden „ Niedrigwasser	+ 0,34	+ 0.24
6½ „ „ „	+ 0,10	+ 0,05
7 „ „ „	— 0.14	— 0,15
7½ „ „ „	— 0,40	— 0,36
8 „ „ „	— 0,69	— 0,59
8½ „ „ „	— 1.00	— 0,85
9 „ „ „	— 1.26	— 1,05
9½ „ „ „	— 1,42	— 1,18
10 „ „ „	— 1,50	— 1,20
10½ „ „ „	— 1,50	— 1,14
11 „ „ „	— 1,43	— 1.03
11½ „ „ „	— 1,29	— 0,89
12 „ „ „	— 1,05	— 0,72

Diese Linien unterscheiden sich von der Cuxhavener Geschwindigkeitslinie nicht nur durch ihre grofse Regelmäfsigkeit, sondern auch durch ein ganz anderes Verhältnifs des Fluthstromes zum Ebbestrom. Die stärkste Fluthströmung ist beim zweiten und dritten Feuerschiff 1,21 bezw. 0,96 m, die stärkste Ebbeströmung 1,50 bezw. 1,20 m in der Secunde; letztere also nur um ein Viertel stärker. Bei Cuxhaven dagegen sind die entsprechenden Zahlen 1,18 und 2,32 m, wonach der Ebbestrom fast die doppelte Stärke des Fluthstromes erreicht. Diese Verschiedenheiten ruft ohne Zweifel die Stromspaltung bei Cuxhaven hervor, denn sie können nicht etwa durch Eigenthümlichkeiten der Strömung an dem Punkte, an dem die Messungen angestellt wurden, erklärt werden. Es sind nämlich im Jahre 1854 auf einer 4 Seemeilen langen Strecke ober- und unterhalb Cuxhaven eine grofse Zahl von Oberflächengeschwindigkeiten mit Schwimmern gemessen worden, aus denen von dem Verfasser eine mittlere Geschwindigkeitslinie[1]) für die ganze Strecke abgeleitet wurde. Diese zeigt zwar nicht, weil die Messungen dafür an Zahl nicht ausreichten, die einzelnen scharfen Biegungen der Linie von 1884, aber fast dieselben Grenzwerthe und fast dieselben Zeitpunkte für den Stromstillstand. Daraus darf man wohl schliefsen, dafs die Messungen des Jahres 1884, obwohl an einer einzelnen Stelle angestellt, doch die Eigenart des südlichen Elbearmes bei Cuxhaven im allgemeinen wiedergeben.

1) Veröffentlicht in: Fluth und Ebbe und die Wirkungen des Windes usw. Hamburg 1879.

Wenn man zur Betrachtung der Geschwindigkeitslinien für die verschiedenen Tiefen übergeht, so stöfst man auf merkwürdige, räthselhafte Thatsachen. Während des Ebbestromes nehmen die Geschwindigkeiten in der gewöhnlichen Weise von oben nach unten ab, aber während des Fluthstromes gehen die Linien mehrfach durcheinander, sodafs die gröfste Geschwindigkeit bald auf dem Grunde, bald in der Oberfläche oder in der mittleren Tiefe von 8,5 m liegt. Ermittelt man, wie auf Seite 87 und 88 für einige Zeitpunkte geschehen, die Geschwindigkeiten an der Oberfläche und auf dem Flufsbett für sämtliche halbe Stunden der Tide, so ergeben sich die in Abb. 7 auf Blatt 19 aufgezeichneten Linien, welche die sonderbaren Wandlungen in dem Verhältnifs der Strömungen zu einander klar übersehen lassen. Wenn diese Linien auch nicht ganz genau sind, so genügen sie doch gewifs, um den wirklichen Thatbestand übersichtlich darzustellen. Zur Zeit des Niedrigwassers ist demnach der Strom an der Oberfläche um die Hälfte stärker als auf dem Grunde (1,30 bezw. 0,84 m), und da die Abnahme auf beiden Stellen gleichmäfsig erfolgt, so ist auf dem Grunde schon 1 St. 6 Min. später Stromwechsel, während der Strom an der Oberfläche noch mit 0,74 m in der Secunde abwärts läuft. Nach weiteren 32 Minuten kentert hier erst der Strom und der einsetzende Fluthstrom wächst soviel schneller als auf dem Grunde, dafs 2 St. 12 Min. nach Niedrigwasser die Strömungen oben und unten einander gleich sind. Reichlich 3 Stunden behauptet die Strömung an der Oberfläche ein, wenn auch nur geringes Uebergewicht. Darauf nimmt sie schneller ab als auf dem Grunde und hört 52 Minuten nach Hochwasser ganz auf. Die Strömung auf dem Grunde gelangt erst 1 St. 36 Min. nach Hochwasser zum Stillstande, nachdem an der Oberfläche der Ebbestrom schon die Geschwindigkeit von 0,55 m in der Secunde erlangt hat. Die Oberflächenströmung fährt unausgesetzt fort, sehr schnell zu wachsen, und ist 9½ Stunden nach Niedrigwasser am stärksten, nämlich 2,32 m in der Secunde; gleichzeitig auf dem Grunde nur 0,80 m in der Secunde. Auf dem Grunde ist die Strömung mit 0,99 m am stärksten um 10½ und 11 Stunden nach Niedrigwasser, also über eine Stunde später als an der Oberfläche. Nach diesem Zeitpunkte nehmen die Strömungen in der ganzen Tiefe ziemlich gleichmäfsig ab, um mit Niedrigwasser denselben Kreislauf aufs neue zu beginnen.

Bei diesem eigenthümlichen Hergange ist namentlich zweierlei auffällig: dafs die Strömungen an der Oberfläche und auf dem Grunde während der Fluth ein ganz anderes Verhältnifs zu einander zeigen als während der Ebbe, und dafs die Fluthströmung früher auf dem Grunde als auf der Oberfläche, die Ebbeströmung aber früher an der Oberfläche als auf dem Grunde einsetzt. Beides könnte man durch einen Widerwillen des Oberflächenwassers, der Quelle entgegenzufliefsen, erklären, wenn eine derartige Erklärung überhaupt an und für sich einen Sinn hätte.

Die Vermuthung liegt nahe, dafs diese überraschenden Erscheinungen durch Verschiedenheiten im specifischen Gewicht des Wassers an der Oberfläche und in der Tiefe hervorgerufen werden, und der nächste Abschnitt macht sich zur Aufgabe, die Abhängigkeit des specifischen Gewichtes von der Tiefe und den sonstigen darauf einwirkenden Umständen festzustellen.

2. Der Salzgehalt oder das specifische Gewicht.

Das specifische Gewicht oder, was dasselbe sagt, der Salzgehalt des Wassers im Fluthgebiet ist nicht nur, wie die Strömungen, veränderlich mit der Zeit in der Tide und mit der Höhe der Tiden, sondern er wechselt auch mit der Menge des Wassers, welche der Strom aus seinem oberen Theile dem Fluthgebiete zuführt.

Da die Menge des Oberwassers täglich eine andere ist und da zu ermitteln bleibt, innerhalb welches Zeitraumes die Veränderungen im Wasserstande des oberen Stromes sich im unteren Theile des Fluthgebietes zu erkennen geben, so werden die gesetzlichen Aenderungen im specifischen Gewicht des Wassers der Elbe bei Cuxhaven sich nur aus längeren Beobachtungsreihen bestimmen lassen.

Um zunächst eine Grundlage, gleichsam einen Mafsstab, für die Untersuchungen zu gewinnen, ist während eines halben Jahres täglich sechsmal das specifische Gewicht des Wassers von dem Verfasser gemessen worden. Der bei der Baggerei beschäftigte Dampfer, welcher an jedem Wochentage 15 bis 20 Schuten in die Mitte des Fahrwassers zu schleppen hatte, wurde beauftragt, dort täglich annähernd zu denselben Tagesstunden, um 7, 9, 11, 1, 3 und 5 Uhr, eine Flasche mit Wasser an der Oberfläche zu schöpfen und abends abzuliefern. Einzelne Unterbrechungen kamen dabei vor und sind, soweit sie ganze Tage betreffen, bei den späteren Zusammenstellungen berücksichtigt worden.

Das specifische Gewicht der abgelieferten Wasserproben wurde, gewöhnlich am nächsten Morgen, mit einem Aräometer von L. Steger in Kiel bestimmt, auf $17^1/_2$ ° C. bezogen und auf Tausendstel abgerundet. Beispielsweise folgen die Ergebnisse eines Tages:

19. Juli 1884.

Tageszeit	6 U. 35 M.	8 U. 55 M.	11 U. 0 M.	1 U. 40 M.	3 U. 30 M.	4 U. 40 M.
Specifisches Gewicht	1,0116	1,0146	1,0163	1,0108	1,0102	1,0092
Temperatur	19,5 ° C.	19,6 ° C.	19,8 ° C.	19,7 ° C.	19,9 ° C.	19,7 ° C.
Berichtigung	+ 0,0004	+ 0,0004	+ 0,0005	+ 0,0004	+ 0,0005	+ 0,0004
Ergebnifs	1,012	1,015	1,017	1,011	1,011	1,010

Die Beobachtungen der einzelnen Tage wurden in eine Tabelle eingetragen, welche 13 Spalten hatte: die erste für Niedrigwasser, die folgenden für 1, 2, 3, 4, 5 Stunden nach Niedrigwasser, die siebente für Hochwasser und die sechs letzten für 1, 2, 3, 4, 5, 6 Stunden nach Hochwasser. Jede Beobachtung wurde in die entsprechende Spalte geschrieben. Am 19. Juli war Niedrigwasser um 3 U. 27 M. Vm. und 4 U. 9 M. Nm., Hochwasser um 9 U. 12 M. Vm., wonach für diesen Tag, dem einige der folgenden beigefügt sind, nachstehende Eintragungen erfolgten:

1884	Niedrigwasser	Stunden nach Niedrigwasser					Hochwasser	Stunden nach Hochwasser					
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	6
19. Juli	—	1,010	—	1,012	—	—	1,015	—	1,017	—	1,011	—	1,011
21. „	—	1,008	—	1,013	—	1,015	—	—	—	—	1,013	—	1,011
22. „	1,009	—	1,008	—	1,016	—	—	1,012	—	1,012	—	1,012	—
23. „	—	1,009	—	—	1,016	—	1,017	—	1,017	—	1,013	—	1,012
24. „	1,010	—	1,012	—	—	1,017	—	—	1,018	—	1,013	1,011	—
25. „	1,011	—	1,012	—	1,018	—	—	1,019	—	1,018	—	1,013	—
26. „	—	1,009	—	—	1,016	—	1,017	1,016	—	—	1,014	—	1,013
28. „	1,012	—	1,009	—	1,015	—	1,015	—	—	1,015	—	1,012	—
29. „	1,011	—	1,010	—	1,014	—	1,015	—	1,016	—	1,012	—	—
30. „	—	—	1,011	—	1,017	—	1,018	1,016	—	1,016	—	1,013	—

Die Abweichungen zwischen den Zahlen einer und derselben Spalte sind oft sehr grofs, gröfser als zwischen zwei benachbarten Spalten, und eine noch weitergehende Trennung, etwa nach halben Stunden, erschien deshalb unzweckmäfsig. Zum Theil sind die Abweichungen durch die Verschiedenheiten in der Fluth- und Ebbedauer veranlafst, und um diese auf das geringste Mafs herabzudrücken, ist nicht von den beobachteten, sondern von den berechneten[1]) Eintrittszeiten von Hoch- und Niedrigwasser abgezählt. Unter gewöhnlichen Witterungsverhältnissen werden dadurch freilich nur Unterschiede von wenigen Minuten veranlafst, bei Sturmfluthen dagegen betragen sie häufig eine halbe Stunde und darüber. In solchen Fällen erscheint es aber richtiger, die berechneten und nicht die beobachteten Eintrittszeiten gelten zu lassen, weil der frühere oder spätere Eintritt von Hoch- und Niedrigwasser nicht durch die Fluthwelle, sondern durch die Sturmwelle bewirkt wird, obgleich beide als ein unzertrennliches Ganzes auftreten. Uebrigens sind bei Sturmfluthen regelwidrige Abweichungen unter allen Umständen nicht ganz zu vermeiden, denn z. B. am 27. October 1884 war 3 Stunden nach einem Hochwasser, welches die mittlere Höhe um 2,32 m überschritten hatte, das specifische Gewicht 1,023, während es der Regel nach nur etwa 1,017 hätte betragen dürfen. Die Beobachtungen erstreckten sich in vorstehend beschriebener Weise über den Zeitraum vom 14. Mai bis 15. November 1884. Nachstehende Tabelle enthält die daraus gewonnenen 12 Halbmonatsmittel.

1) Die Grundlagen der Berechnung sind von dem Verfasser veröffentlicht in „Von der Fluth und Ebbe des Meeres", Hamburg 1873, und werden seitdem zur Aufstellung der amtlichen Fluthtabellen benutzt.

Specifisches Gewicht des Oberflächenwassers vor Cuxhaven.

1884	Zehntausendstel über Eins													Mittel der Tide
	Niedrig-wasser	Stunden nach Niedrigwasser					Hoch-wasser	Stunden nach Hochwasser						
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	6	
1. bis 15. Juli . . .	103	78	89	130	150	160	162	162	165	129	107	110	108	1,0126
1. bis 15. November .	102	88	94	106	150	150	155	174	168	153	122	120	114	1,0129
14. bis 31. Mai . . .	99	83	104	130	156	172	168	165	156	140	119	113	107	1,0130
16. bis 31. Juli . . .	104	90	102	133	160	160	161	156	172	147	128	121	116	1,0133
1. bis 15. August . .	113	104	106	147	163	168	163	170	163	156	133	127	122	1,0140
16. bis 30. Juni . . .	112	107	115	137	162	170	157	175	164	152	136	133	123	1,0141
1. bis 15. Juni . . .	118	110	110	140	162	180	172	175	168	157	137	134	123	1,0144
16. bis 30. September .	135	120	137	146	185	182	183	183	184	165	147	147	146	1,0157
16. bis 31. October . .	128	126	136	155	166	169	180	181	192	159	167	142	150	1,0157
16. bis 31. August . .	136	126	135	155	176	175	183	180	176	190	152	142	143	1,0158
1. bis 15. October . .	134	127	136	155	180	177	186	182	179	167	152	148	142	1,0158
1. bis 15. September .	141	130	130	154	184	180	192	187	186	171	153	153	155	1,0162
14. Mai bis 15. November . . .	119	108	115	141	166	170	171	174	172	154	138	132	130	1,01445

Anzahl der Beobachtungen.

														Summe
1. bis 15. Juli . . .	3	5	7	5	8	4	5	6	4	7	6	6	5	71
1. bis 15. November .	5	5	8	5	8	4	4	7	6	6	8	5	7	78
14. bis 31. Mai . . .	8	6	5	6	5	6	5	6	9	8	7	6	6	83
16. bis 31. Juli . . .	7	6	8	4	8	3	10	5	6	6	8	7	5	83
1. bis 15. August . .	6	5	7	6	6	4	7	5	7	7	6	7	5	78
16. bis 30. Juni . . .	4	4	6	4	5	3	4	4	5	5	5	6	3	58
1. bis 15. Juni . . .	6	5	4	4	4	5	5	2	6	4	6	5	3	59
16. bis 30. September .	6	7	7	5	6	5	6	6	5	6	7	3	7	76
16. bis 31. October . .	6	7	5	8	7	8	3	7	5	9	6	6	7	84
16. bis 31. August . .	5	7	6	4	9	2	6	4	11	1	11	4	7	77
1. bis 15. October . .	5	6	5	6	5	3	5	4	7	6	8	5	6	71
1. bis 15. September .	7	4	7	5	7	3	4	6	7	7	3	7	4	71
14. Mai bis 15. November . . .	68	67	75	62	78	50	64	62	78	72	81	67	65	889

Bemerkung. Die Mittelzahlen des specifischen Gewichtes in der letzten Spalte sind nicht unmittelbar aus obigen Zahlen gefunden worden, sondern aus daraus abgeleiteten Werthen, welche gleichmäfsig über die ganze Tide vertheilt waren.

Die zwölf Zeiträume sind nach der Höhe des Oberwasserstandes geordnet und das specifische Gewicht nimmt deshalb von oben nach unten zu, von 1,0126 bis 1,0162. Zeichnet man die Werthe der einzelnen Zeiträume auf, so erhält man ähnliche, wenn auch mehr oder weniger unregelmäfsige Linien, welche sämtlich mit der in Abb. 8a auf Blatt 19 dargestellten mittleren, alle sechs Monate umfassenden Linie im wesentlichen übereinstimmen. Diese mittlere Linie verläuft durchaus stetig; sie zeigt das niedrigste specifische Gewicht beim Stromwechsel nach Niedrigwasser, das höchste beim Stromwechsel nach Hochwasser und aufserdem mehrere Biegungen, deren Ursache unbekannt ist. Wahrscheinlich werden dieselben, ebenso wie ähnliche in den Geschwindigkeitslinien, durch die Wirkungen der verschiedenen Stromarme auf einander veranlafst, und es ist zu vermuthen, dafs oberhalb der Stromspaltung, etwa bei Brunshüttel, in dieser Beziehung durchsichtigere Ergebnisse gefunden werden würden.

Da der Wechsel im specifischen Gewicht des Oberflächenwassers allein keinenfalls Aufschlufs über die mit der Tiefe veränderlichen Strömungen gewähren konnte, mufsten die Untersuchungen auf das Wasser der unteren Schichten ausgedehnt werden. Zu dem Zwecke wurde eine einfache, auch sonst übliche Vorrichtung benutzt. Eine mit Tauwerk umflochtene Flasche trug unten ein Bleigewicht und war oben an einer Leine befestigt, an welcher der Stöpsel hing. An der Leine wurde die Tiefe, in der Wasser geschöpft werden sollte, abgemessen, der Stöpsel lose aufgesetzt und dann die Flasche über Bord geworfen. Wenn die Leine straff wurde, erfolgte ein Ruck, der Stöpsel löste sich und die Flasche lief voll Wasser. Die anfängliche Besorgnifs, der Stöpsel könne sich zu früh lösen, wurde durch gewisse Erscheinungen, welche das aus der Tiefe gehobene Wasser auszeichneten, beseitigt. Wurde nämlich das Wasser, zum Zwecke der Untersuchung, aus der Flasche in ein weifses Glas gegossen, so entwickelten sich nach einiger Zeit kleine Blasen, und zwar häufig in solcher Menge, dafs das im Wasser schwimmende Aräometer nicht abzulesen und kaum zu sehen war. Die Menge der Blasen wuchs mit der Tiefe und in den meisten Fällen ermöglichte sie zu bestimmen, ob das Wasser von der Oberfläche, aus der Tiefe von 7 oder 14 m geschöpft war. Es konnten diese Blasen auch nicht mit den während des Einschenkens entstehenden Blasen verwechselt werden, denn sie erschienen erst später, waren viel kleiner und alle von gleicher Gröfse. Bei einer aus 14 m Tiefe geschöpften Probe zeigte sich in einem Falle, dafs die Blasenentwicklung 12 Secunden nach dem Einschenken begann und dann während 93 Secunden anhielt, wobei sie erst allmählich stärker

und dann allmählich wieder schwächer wurde, bis sie ganz aufhörte.

Die Proben aus der Tiefe wurden gleichfalls von Bord des erwähnten Dampfers mitten im Fahrwasser genommen und zwar nachdem derselbe zum Stillstand gebracht war und völlig ohne Eigenbewegung mit der Strömung trieb. Drei Leute schöpften gleichzeitig von der Oberfläche, aus der Tiefe von 7 und von 14 m, und sowie diese Proben in andere Flaschen übergegossen und verkorkt waren, wurden abermals, also so nahe wie möglich an derselben Stelle im Wasser, drei Proben aufgeholt. Z. B.:

9. October 1885. Niedrigwasser 7 U. 50 M. Vm. Wind: Süd, 4,24 m in der Secunde.

Tageszeit	Tiefe m	Specifisches Gewicht	Temperatur	Berichtigung für 17,5 °C	Ergebnifs	Specifisches Gewicht größer als an der Oberfläche
7 U. 29 M. Vm.	0	1,0151	12,4 °C.	— 0,0008	1,0143	—
„	7	1,0156	12,7 °C.	— 0,0007	1,0149	+ 0,0006
„	14	1,0160	11,9 °C.	— 0,0008	1,0152	+ 0,0009
7 U. 30 M. Vm.	0	1,0152	12,2 °C.	— 0,0008	1,0144	—
„	7	1,0157	12,4 °C.	— 0,0008	1,0149	+ 0,0005
„	14	1,0159	12,6 °C.	— 0,0008	1,0151	+ 0,0007

Diese Messungen wurden während der zwölf Tagesstunden stündlich wiederholt und um die Zeit des Stromwechsels häufiger, sodafs an einem Tage 15 bis 17 mal sechs Flaschen gefüllt wurden. Die damit verbundenen Arbeiten waren ziemlich zeitraubend und es sind deshalb nur an vier Tagen die Untersuchungen in dieser Vollständigkeit angestellt. Die daraus gewonnenen Ergebnisse folgen nachstehend, zusammen mit denen einiger Tage, an welchen das specifische Gewicht 12 bis 15 mal nur an der Oberfläche ermittelt wurde.

Specifisches Gewicht des Elbwassers vor Cuxhaven.

Tag	Tiefe m	In Hunderttausendstel über Eins: Niedrigwasser	Stunden nach Niedrigwasser 1	2	3	4	5	Hochwasser	Stunden nach Hochwasser 1	2	3	4	5	6	Mittel
17. Juli 1885	0	1400	1402	1480	1762	1909	1901	2055	2014	1812	1697	1458	1561	1487	1,01688
	7	1436	1458	1559	1804	1985	2110	2100	2052	1951	1904	1764	1567	1498	1,01777
	14	1436	1459	1528	1785	1965	2064	2072	2037	1940	1895	1765	1586	1506	1,01766
31. Juli 1885	0	1281	1207	1281	1495	1753	1827	1883	1838	1845	1689	1517	1450	1356	1,01566
	7	1300	1230	1292	1523	1778	1945	1960	1961	1934	1708	1622	1484	1361	1,01618
	14	1336	1247	1347	1561	1786	1990	1991	2020	1966	1875	1706	1509	1402	1,01664
9. October 1885	0	1372	1222	1357	1602	1797	1894	1917	1937	1952	1819	1640	1493	1470	1,01647
	7	1425	1297	1408	1667	1879	1955	1974	2008	2003	1898	1760	1650	1538	1,01723
	14	1437	1330	1452	1692	1912	2032	2062	2068	2084	2010	1872	1692	1555	1,01778
12. April 1886	0	150	84	123	375	619	866	913	979	870	568	305	291	253	1,00478
	7	172	139	266	556	791	997	1009	1104	1051	897	503	369	263	1,00614
	14	193	184	319	765	971	1177	1288	1359	1287	1140	619	454	304	1,00763
Mittel der vier vorstehenden Tage	0	1051	978	1060	1309	1520	1644	1692	1689	1620	1443	1230	1199	1142	1,01345
	7	1083	1031	1132	1388	1608	1752	1761	1781	1735	1617	1412	1267	1165	1,01433
	14	1100	1055	1162	1450	1658	1816	1853	1871	1820	1731	1490	1310	1192	1,01493
9. April 1886	0	179	196	414	695	918	1220	1251	1341	1215	890	613	445	252	1,00734
10. „ „	„	134	80	197	546	642	784	942	976	876	549	180	208	244	1,00481
11. „ „	„	200	162	248	442	708	604	634	766	770	657	421	295	213	1,00473
13. „ „	„	72	35	153	409	587	703	849	730	647	201	163	136	154	1,00360
14. „ „	„	140	124	150	380	703	823	923	1004	900	679	394	210	140	1,00496
15. „ „	„	133	74	178	276	511	574	635	739	760	499	348	247	215	1,00395
Mittel 9. bis 15. April	„	144	107	209	446	670	796	878	934	867	577	347	262	210	1,00488

Um die Zahlen dieser Tabelle zu finden, sind die Messungen zunächst aufgetragen und die einzelnen Punkte durch gerade Linien verbunden, wie die Abbildungen 8b und 8c für die Tage 31. Juli 1885 und 12. April 1886 zeigen. Dann ist auf der Zeichnung Abb. 8 die Tide in 25 gleiche Theile getheilt, für jeden Theilpunkt ist das specifische Gewicht auf der Zeichnung abgemessen und der mittlere Werth aus sämtlichen Theilpunkten ist als „Mittel" in die letzte Spalte der Tabelle eingetragen. Das specifische Gewicht in den anderen Spalten ist gefunden worden, indem die beiden nächstgelegenen der 25 Theilpunkte durch eine gerade Linie verbunden sind und der daraus für die bezügliche Spalte sich ergebende Werth durch Rechnung bestimmt wurde.

Die vier Tage, an denen die Messungen in den verschiedenen Tiefen angestellt wurden, zeigten gewöhnliche Witterungsverhältnisse. Hochwasser fiel beziehungsweise auf 4 U. 40 M., 3 U. 20 M., 1 U. 20 M. und 6 U. 5 M. Nm., die Wasserstände waren mittlere und der Wind mäfsig. Der Stand der Oberelbe war

an den drei ersten Tagen ziemlich niedrig, am letzten Tage und in dem ganzen Zeitraum des Monats April 1886 ein ungewöhnlich hober.

Die aus den erwähnten 25 Theilpunkten gefundenen Mittelwerthe der vier Tage sind in Abb. 8d aufgezeichnet; die Mittelwerthe der sieben Apriltage für die Oberfläche ebenso in Abb. 8e.

Aus den Zahlen der Tabelle und aus den Zeichnungen ergiebt sich, dafs das specifische Gewicht des Wassers im allgemeinen mit der Tiefe wächst. Im Durchschnitt der vier Tage ist es in der Tiefe von 7 m um 0,00088 und in der Tiefe von 14 m um 0,00148 gröfser als an der Oberfläche. In einzelnen Fällen ist es in der Tiefe von 7 m gröfser als in der Tiefe von 14 m, und ein einziges Mal — am 31. Juli 1885 — 1 St. 40 M. nach Niedrigwasser — kommt es vor, dafs das specifische Gewicht an der Oberfläche am gröfsten ist. Dies war aber so vorübergehend und dem Mafse nach so unbedeutend, dafs es nur in Abb. 8b, aber nicht in den Zahlen der Tabelle ersichtlich ist.

Der Unterschied im specifischen Gewicht an der Oberfläche und in der Tiefe ist am gröfsten am 12. April und erreicht an diesem Tage seinen höchsten Werth 3 St. 11 M. nach Hochwasser; um diese Zeit war das specifische Gewicht in 7 m Tiefe um 0,00390 und in 14 m Tiefe um 0,00655 gröfser als an der Oberfläche. Diese grofsen Unterschiede hängen zusammen mit dem sehr hohen Stande der Oberelbe, dessen Einflufs überhaupt nunmehr näher untersucht werden soll.

Der erste, seit einer Reihe von Jahren beobachtete Pegel oberhalb der Fluthgrenze liegt bei Artlenburg in der Provinz Hannover. Er ist 16 km von der gewöhnlichen Fluthgrenze und 153 km von Cuxhaven entfernt. Die Schwankungen des Artlenburger Wasserstandes machen sich in den Cuxhavener Wasserständen unter keinen Umständen bemerkbar, und selbst bei dem 71 km weiter stromaufwärts gelegenen Brunshausen sind sie nur aus langen Beobachtungsreihen durch sorgfältige Untersuchungen nachzuweisen. Anders ist es mit dem Salzgehalt des Wassers. Da vom oberen Strome sehr wechselnde Wassermengen abgeführt werden und da der Regel nach unten mit der Ebbe ebensoviel abfliefsen mufs, wie oben während einer Tide dem Fluthgebiet zugeführt wird, so mufs auch das Wasser bei Cuxhaven bald mehr, bald weniger Flufswasser enthalten. Die Mengen des zugeführten Oberwassers wechseln innerhalb weiter Grenzen. Bei dem höchsten Wasserstande in Artlenburg fliefst etwa die Hälfte,[1]) bei dem niedrigsten Wasserstande nicht viel über ein Zwanzigstel derjenigen Wassermasse zu, welche durch den Cuxhavener Elbarm abfliefst, und in diesem mufs dadurch die Mischung zwischen Seewasser und Süfswasser sehr verschieden ausfallen, wie dies auch die mitgetheilten Zahlen sehr deutlich erkennen lassen. Selbstverständlich können die Wirkungen des Artlenburger Wasserstandes sich nicht unmittelbar in Cuxhaven fühlbar machen, denn das mit der Fluth stets wieder rückströmende Wasser vermag nur mit Unterbrechungen und allmählich sich der See zu nähern. Auch wird es nicht immer denselben Zeitraum gebrauchen, um den Weg durch das Fluthgebiet zurückzulegen, denn je nachdem höhere oder niedrigere Tiden aufeinander folgen oder miteinander abwechseln, wird seine Geschwindigkeit verzögert oder beschleunigt. Die Bestimmung der mittleren oder gewöhnlichen Dauer dieses Zeitraumes ist deshalb schwierig, und erst nach mehreren mifslungenen Versuchen, die nur Widersprüche zu Tage förderten, gelang es auf folgende Weise.

Nach sehr rohen Schätzungen der Stromgeschwindigkeiten gebraucht ein schwimmender Körper sieben Tage, um den Weg von Artlenburg nach Cuxhaven zurückzulegen, und es war zu vermuthen, dafs nach einer Zwischenzeit von ähnlicher Dauer der Artlenburger Wasserstand in Cuxhaven zu spüren sein werde. Es wurde nun nacheinander angenommen, die Zwischenzeit betrage 3, 4, 5 usw. bis 15 Tage, und für jede dieser Annahmen wurde eine Zeichnung gefertigt, wie sie in Abb. 9 beispielsweise für neun Tage in kleinerem Mafsstabe wiedergegeben ist. Auf derselben sind die Abscissen die Artlenburger Wasserstände, die Ordinaten die specifischen Gewichte des Oberflächenwassers bei Cuxhaven. Die Abscissen sind gefunden, indem für jeden Tag, an dem das specifische Gewicht gemessen worden war, der um neun Tage zurückliegende Artlenburger Wasserstand gesucht wurde, und die zugehörigen Ordinaten konnten unmittelbar aus den Tabellen auf Seite 99 und 101 entnommen werden. Dann wurde der mittlere Artlenburger Wasserstand mit den zugehörigen specifischen Gewichten für zwei zusammenfassende Zeiträume aufgetragen: für die sechs Monate des Jahres 1884 und für die sieben Apriltage des Jahres 1886. Die specifischen Gewichte für diese beiden Zeiträume sind durch doppelt umkreiste Punkte in der Zeichnung hervorgehoben, und unter der Voraussetzung, dafs die specifischen Gewichte in geradem Verhältnisse mit dem Artlenburger Wasserstande wachsen und abnehmen, müfsten die geraden Linien zwischen den doppelt umkreisten Punkten die specifischen Gewichte für die einzelnen Tage bezw. Halbmonats-Zeiträume ergeben. Die Zeichnung zeigt, dafs dies nur annähernd der Fall ist, denn die specifischen Gewichte der einzelnen Tage und Zeitabschnitte weichen fast sämtlich mehr oder weniger von den geraden Linien ab. Da die „gröfsten und kleinsten specifischen Gewichte während der Tide“ aus einer einzigen oder einer geringen Zahl von Beobachtungen abgeleitet sind, ist auf diese nicht weiter Rücksicht genommen, und nur die Abweichungen der „mittleren“ specifischen Gewichte von der geraden Linie sind auf der Zeichnung gemessen und tabellarisch zusammengeschrieben worden. In der auf Seite 105 oben stehenden Zusammenstellung folgen die Abweichungen, je nachdem die Dauer der fraglichen Zwischenzeit zu 7, 8, 9 oder 10 Tagen angenommen ist.

Es ergiebt sich aus dieser Tabelle, dafs die Summe der Abweichungen für die zwölf Halbmonats-Zeiträume allein und auch für die 22 Zeiträume zusammen für den neunten Tag am kleinsten ist, obwohl dies für die einzelnen Zeiträume gröfstentheils nicht zutrifft. Der gesetzliche Verlauf der Abweichungssummen zeigt sich ebenfalls, wenn man sie in der nächstfolgenden Zusammenstellung auf Seite 105 für die sämtlichen untersuchten Zwischenzeiten von drei bis zu fünfzehn Tagen überblickt.

Die drei einzelnen Tage des Jahres 1885 liefern — vermuthlich weil die Anzahl der auf sie treffenden Beobachtungen zu gering ist, um die erforderliche Ausgleichung herbeizuführen — zwar kein bestimmtes Ergebnifs, dagegen fallen und steigen die Abweichungssummen für die beiden anderen Zeitabschnitte innerhalb gewisser Grenzen durchaus stetig, wie die

1) Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins in Hannover. Jahrgang 1882. „Wassermengen in der Elbe bei Altengamm oberhalb Hamburg.“

Zeitraum	Mittleres specifisches Gewicht	Anzahl der Beobachtungstage	Mittlerer Wasserstand in Artlenburg, um nachstehende Anzahl Tage früher: 7 m	8 m	9 m	10 m	Abweichungen des spec. Gewichts der Zeitabschnitte in Hunderttausendstel von der geraden Linie. Artlenburger Wasserstand um Tage früher: 7 +	7 −	8 +	8 −	9 +	9 −	10 +	10 −
1884														
14. bis 31. Mai . . .	1,01300	15	1,45	1,46	1,46	1,47	2	—	8	—	16	—	27	—
1. bis 15. Juni . .	1,01440	10	0,87	0,92	0,97	1,03	—	10	5	—	23	—	40	—
16. bis 30. „ . . .	1,01410	11	0,73	0,71	0,70	0,69	—	75	—	80	—	81	—	87
1 bis 15. Juli . . .	1,01260	13	1,68	1,62	1,56	1,46	21	—	10	—	3	—	—	17
16. bis 31. „ . . .	1,01330	14	1,14	1,20	1,27	1,34	—	49	—	31	—	6	19	—
1. bis 15. August . .	1,01400	13	0,68	0,69	0,70	0,70	—	98	—	94	—	91	—	94
16. bis 31. „ . . .	1,01580	13	0,47	0,49	0,52	0,54	29	—	33	—	41	—	40	—
1. bis 15. September	1,01620	12	0,44	0,44	0,44	0,43	60	—	60	—	57	—	50	—
16. bis 30. „	1,01570	13	0,55	0,54	0,54	0,53	40	—	36	—	35	—	29	—
1. bis 15. October .	1,01580	13	0,25	0,27	0,29	0,31	—	28	—	25	—	22	—	25
16. bis 31. „ . . .	1,01570	14	0,61	0,57	0,53	0,50	54	—	45	—	32	—	19	—
1. bis 15. November	1,01290	13	1,53	1,47	1,40	1,33	12	—	1	—	—	10	—	25
Mittel	1,01445	13	0,88	0,88	0,87	0,87								
			Summen der 12 Halbmonats-Zeiträume				218	260	198	230	207	210	224	248
							478		428		417		472	
1885														
17. Juli	1,01688	1	0,26	0,24	0,23	0,24	83	—	74	—	68	—	63	—
31. „	1,01566	1	0,42	0,47	0,50	0,50	2	—	13	—	21	—	15	—
9. October	1,01647	1	(0,13)	(0,14)	(0,16)	(0,16)	7	—	9	—	9	—	—	2
1886														
9. April	1,00734	1	4,35	3,95	3,64	3,55	182	—	97	—	43	—	55	—
10. „	1,00481	1	4,59	4,35	3,95	3,64	—	10	—	52	—	125	—	171
11. „	1,00473	1	4,70	4,59	4,35	3,95	11	—	3	—	—	24	—	91
12. „	1,00478	1	4,73	4,70	4,50	4,35	23	—	37	—	47	—	28	—
13. „	1,00360	1	4,72	4,73	4,70	4,59	—	98	—	74	—	42	—	21
14. „	1,00496	1	4,60	4,72	4,73	4,70	8	—	60	—	102	—	146	—
15. „	1,00395	1	4,53	4,60	4,72	4,73	—	111	—	72	—	1	54	—
Mittel 9. bis 15. April	1,00488	1	4,60	4,52	4,38	4,22								
			Summen der sämtlichen 22 Zeiträume				534	479	491	428	497	402	585	533
							1013		919		899		1118	

Zeitraum	Abweichungs-Summen in Hunderttausendstel, wenn der Artlenburger Wasserstand um die nachstehende Anzahl von Tagen früher angenommen wird: 3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
14. Mai bis 15. November 1884	716	659	596	532	478	428	417	472	543	655	796	955	1123
17. Juli, 31. Juli, 9. October 1885 . . .	230	166	137	107	92	96	98	80	79	88	82	104	117
9. bis 15. April 1886	941	838	707	584	443	395	384	566	757	757	593	597	590
Zusammen .	1887	1663	1440	1223	1013	919	899	1118	1379	1500	1471	1656	1830

graphische Darstellung der Abb. 10 auf Blatt 19 noch deutlicher erkennen läfst.

Die Unterbrechung in der Stetigkeit der Linie für die Apriltage 1886, welche mit dem elften Tage beginnt, ist durch den bis zum 28. März dauernden Eisstand des Stromes veranlafst und dadurch erklärt. Die Quadrate der Abweichungssummen, welche für den achten und neunten Tag untersucht sind, werden für die zwölf Halbmonats-Zeiträume am kleinsten für den neunten, für die sieben Apriltage aber für den achten Tag, und man kann deshalb mit völliger Sicherheit schliefsen, dafs die Höhe des Artlenburger Wasserstandes sich **acht** bis **neun Tage** später in der Zusammensetzung des Wassers bei Cuxhaven zu erkennen giebt. Läfst man den neunten Tag gelten, so wird man aus dem Artlenburger Wasserstande das mittlere specifische Gewicht des Oberflächenwassers bei Cuxhaven bis auf ein Tausendstel genau und aus dem specifischen Gewicht des Wassers bei Cuxhaven die Höhe des Artlenburger Wasserstandes bis auf 0,3 m genau berechnen können.

Für einige bemerkenswerthe Wasserstände in Artlenburg findet man das specifische Gewicht und, indem man die Gröfse desselben rechts vom Komma mit 131 multiplicirt, den Salzgehalt des Wassers an der Oberfläche bei Cuxhaven wie folgt:

Wasserstand in Artlenburg	Des Oberflächenwassers der Elbe bei Cuxhaven: während der Tide	specifisches Gewicht	Salzgehalt %
Jahresmittel 1843 bis 1879 + 1,39 m	gröfster Werth	1,0164	2,15
	mittlerer „	1,0131	1,72
	kleinster „	1,0092	1,21
Juli, August u. September Mittel 1843 bis 1879 + 0,70 m	gröfster „	1,0170	2,34
	mittlerer „	1,0149	1,95
	kleinster „	1,0110	1,44
Höchstes Monatsmittel März 1876 + 5,02 m	gröfster „	1,0080	1,05
	mittlerer „	1,0033	0,43
	kleinster „	1,0000	0,00
Niedrigstes Monatsmittel October 1874 − 0,24 m	gröfster „	1,0201	2,63
	mittlerer „	1,0174	2,28
	kleinster „	1,0135	1,77

Diese Zahlen werden um so ungenauer sein, je weiter die Wasserstände, für welche sie gelten sollen, von den mittleren abweichen, namentlich, da die Möglichkeit vorliegt, dafs das

specifische Gewicht des Wassers bei Cuxhaven nicht durchweg in geradem Verhältnisse mit den Artlenburger Wasserständen zu- und abnimmt.

3. Vergleich zwischen den Strömungen und den specifischen Gewichten.

Wenn man zum Zwecke des Vergleichs die Strömungen an der Oberfläche und auf dem Grunde mit dem specifischen Gewichte des Wassers an der Oberfläche und mit den Unterschieden des specifischen Gewichtes an der Oberfläche und in den verschiedenen Tiefen zusammenstellt (Abb. 11 auf Blatt 19), so schwindet die Hoffnung, Beziehungen zwischen den eigenthümlichen Strömungsverhältnissen und den specifischen Gewichten des Wassers in den verschiedenen Tiefen zu entdecken. Das specifische Gewicht des Wassers an der Oberfläche ist am kleinsten bei dem Stromwechsel nach Niedrigwasser und am gröfsten bei dem Stromwechsel nach Hochwasser, weil, wie schon vorhin angedeutet, in diesen Zeitpunkten die gröfsten Mengen Flufs- bezw. Seewasser sich im Strome befinden müssen. In dem Verhältnisse der Oberflächenströmung zur Strömung auf dem Grunde treten aber diese Zeitpunkte in keiner Weise hervor, und es ist deshalb durchaus nicht anzunehmen, dafs sie damit irgendwie im Zusammenhange stehen. Ebensowenig zeichnen sich die Biegungen in der Linie des specifischen Gewichtes des Oberflächenwassers, welche vier Stunden nach Niedrigwasser und vier bezw. sechs Stunden nach Hochwasser ersichtlich sind, in den Strömungsverhältnissen aus, sodafs sich ein Einflufs des specifischen Gewichtes des Oberflächenwassers auf das Verhalten der Unter- und Oberströmungen zu einander überhaupt nicht nachweisen läfst.

Das specifische Gewicht in den Tiefen von 7 m und 14 m im Verhältnifs zum specifischen Gewicht des Oberflächenwassers ist in Abb. 11 auf Blatt 19 in der Weise dargestellt, dafs letzteres gleich Null angenommen ist und die überschiefsende Gröfse des specifischen Gewichtes für die genannten Tiefen nach der Tabelle auf Seite 101 im Durchschnitt der vier Tage 17. Juli, 31. Juli, 9. October 1885 und 12. April 1886 von der geraden Linie abgesetzt wurde. Die beiden dadurch entstehenden Linien verlaufen ziemlich gleichmäfsig, und beide zeigen nur zwei Wendepunkte: ein Maximum etwa $3^1/_2$ Stunden nach Hochwasser und ein Minimum $6^1/_2$ Stunden nach Hochwasser oder eine halbe Stunde vor Niedrigwasser. Das Maximum trifft freilich mit dem Augenblicke zusammen, in welchem auch der Unterschied zwischen der Ebbeströmung an der Oberfläche und auf dem Grunde am gröfsten ist, aber es ist zu vermuthen, dafs dieser grofse Unterschied in den Strömungen ebenfalls denjenigen im specifischen Gewicht hervorbringt und nicht umgekehrt, denn da während der Ebbeströmung das specifische Gewicht im allgemeinen sich vermindert, so wird es sich wegen der stärkeren Strömung an der Oberfläche dort auch schneller vermindern als auf dem Grunde, wodurch der Unterschied im specifischen Gewicht des Wassers auf diesen Stellen wachsen mufs. Wenn es nicht so wäre, so müfste auch das Minimum in den Unterschieden der specifischen Gewichte sich in den Strömungsverhältnissen bemerkbar machen, oder die auf $2^1/_4$ und $5^1/_4$ Stunden nach Niedrigwasser fallenden Kreuzungspunkte der Ober- mit der Unterströmung müfsten sich in den specifischen Gewichten kennzeichnen, was doch beides keineswegs zutrifft.

Das so wechselnde, vielleicht auch mit dem Oberwasserstande sich ändernde Verhältnifs der Strömung auf dem Grunde zur Strömung an der Oberfläche ist demnach aus dem specifischen Gewicht des Wassers in den verschiedenen Tiefen nicht zu erklären, und es mufs späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, den Schleier zu lüften, welcher diese bisher so wenig erforschten Vorgänge zur Zeit noch räthselhaft erscheinen läfst.

H. Lentz.

Der Kriegshafen von Spezia.*)

(Mit Zeichnungen auf Blatt 20 bis 22 im Atlas.)

I. Oertlichkeit und Entstehung des Hafens.

1. Natürliche Verhältnisse.

Der Meerbusen von Spezia (vgl. Abb. 1 auf Blatt 20) ist, wie die Natur ihn geschaffen, einer der gröfsten und besten Häfen des Mittelmeeres. Er ist eingeschlossen von zwei mächtigen Vorgebirgen der Apenninen, welche im Hintergrunde der Stadt sich von dem Hauptstock jenes Gebirgszuges trennen und mit der Punta del Corvo im Osten und der Insel Tino im Westen in das Meer vorspringen. Der im ganzen 2600 ha umfassende Busen mifst von der Mündung bis zur innersten Einbuchtung 7000 m. Die Weite der Mündung beträgt 4500 m. Die Wasserfläche ist durchschnittlich 3200 m breit, während ihre geringste Breite zwischen den Vorgebirgen von S. Bartolomeo und Pezzino sich auf 2800 m beläuft. Von den Ufern ragen zahlreiche Bergnasen in den Meerbusen hinein, welche im Innern, namentlich auf der Westseite, eine ganze Reihe von Buchten zweiter Ordnung schaffen, die durch beständige Ruhe ihres Wasserspiegels sich auszeichnen. Der Meeresboden innerhalb des Busens weist eine sehr regelmäfsige Gestaltung auf, die Wassertiefe wechselt nur zwischen 10 und 15 m, und endlich ist der Ankergrund ein durchaus sicherer.

2. Geschichtliche Entwicklung.

Die vorstehend dargelegten natürlichen Verhältnisse mufsten die Bucht von Spezia von jeher als einen der vorzüglichsten Häfen erscheinen lassen. Schon in früher Zeit ist daher auch die Wichtigkeit dieses Hafens als eines Zufluchtsortes für Kriegsschiffe und als eines Ausgangspunktes für Unternehmungen des Seekrieges erkannt worden. Trümmer alter Befestigungen, welche aus den verschiedensten Zeitaltern, besonders aber aus der Zeit der Genuesischen Republik herrühren, legen dafür ein beredtes Zeugnifs ab. Napoleon I. wollte aus Spezia einen Sammelpunkt seiner Seemacht im Mittelmeer machen. Er liefs

*) Die nachstehenden Mittheilungen beruhen theils auf einem Berichte des technischen Attachés, Herrn Bauinspector Küster in Rom, theils sind dieselben der amtlichen Veröffentlichung: *„Relazioni intorno ai principali lavori eseguiti nell' arsenale militare marittimo di Spezia“* entnommen.

seit 1805 durch den Ingenieur Sganzin einen Entwurf für einen in Spezia anzulegenden Kriegshafen ausarbeiten und begann im Jahre 1811 mit der Ausführung von Befestigungen dieser Anlage.

Nach dem Sturz der Napoleonischen Herrschaft fiel Spezia mit Genua an das Königreich Sardinien. Die Pläne Napoleons wurden nunmehr aufgegeben, indem der Hafen von Genua als gemeinsamer Handels- und Kriegshafen benutzt wurde, bis er bei dem gleichzeitigen starken Anwachsen der Kriegsflotte und Handelsflotte nicht mehr ausreichte. Man fafste nunmehr die Anlage eines besonderen Kriegshafens in dem Meerbusen von Spezia ins Auge. Die bezüglichen Entwürfe zielten darauf ab, diesen Hafen in der Bucht von Varignano anzulegen (vgl. Abb. 1 auf Blatt 20). Nachdem ein erster Entwurf, den ein hiermit betrauter Ausschufs aufgestellt hatte, im Jahre 1852 von der Kammer nicht genehmigt worden war, wurden zur Ausführung eines ferneren, von dem englischen Ingenieur Rendel ausgearbeiteten Entwurfs durch das Gesetz von 1857 dem Grafen Cavour zehn Millionen Lire bewilligt. Die kaum begonnenen Arbeiten wurden indessen durch den Krieg von 1859 unterbrochen. Nach dem Frieden von Villafranca, in welchem der Hinzutritt der Lombardei das Königreich vergröfserte, setzte das Marineministerium einen Ausschufs ein, welcher den Entwurf Rendel entsprechend den vermehrten Bedürfnissen der italienischen Kriegsflotte abändern sollte. In diesem Ausschufs vertrat namentlich der nachmalige General Chiodo die Ansicht, man solle die Oertlichkeit von Varignano ganz aufgeben und statt dessen den Kriegshafen in der Ebene südwestlich der Stadt Spezia anlegen. Cavour entschied sich zu Gunsten dieser Ansicht. Ein von Chiodo hiernach ausgearbeiteter Entwurf fand mit geringen Abänderungen 1861 die Billigung der Kammer und hat auch im wesentlichen der jetzt nahezu vollendeten Ausführung zu Grunde gelegen.

Die im Jahre 1862 erst langsam begonnenen, seit 1864 kraftvoller fortgeführten Arbeiten waren 1869 soweit gediehen, dafs der Hafen von Spezia eröffnet werden konnte. Die zahlreichen damals noch ausstehenden Vollendungsarbeiten in der Ausrüstung des Hafens mit Hochbauten, Hellingen, Maschinen-Anlagen usw. sind jetzt gröfstentheils zum Abschlusse gelangt, während man mit der Ausführung neuer Erweiterungen, welche sich inzwischen als wünschenswerth herausgestellt haben, gleichfalls begonnen hat.

II. Die Gesamt-Anlage.

3. Der eigentliche Hafen (vgl. Abb. 2 auf Blatt 20).

An der äufsersten in das Land einschneidenden Spitze des Meerbusens von Spezia liegt die Stadt gleichen Namens. Die den Busen hier gewissermafsen gegen das Land abschliefsende Uferlinie läuft an dieser Stelle von Nordost nach Südwest. An derselben liegt unmittelbar vor der Stadt der nur kleine Handelshafen, während der eigentliche Kriegshafen die Ebene südwestlich von der Stadt einnimmt. Auch vor ihm behält die Uferlinie noch auf ungefähr 600 m die Richtung nach Südwesten bei, und schwenkt dann bei der zu den inneren Hafenbecken führenden Einfahrt (vgl. Abb. 2 auf Blatt 20) in scharfem Winkel nach Südsüdosten um, noch auf fernere 1100 m zum Bereich des Kriegshafens gehörend. Die Wasserfläche, welche vor dieser im Knick verlaufenden Uferlinie sich hinzieht, dient als Vorhafen (avamporto), in welchem die ankommenden Schiffe vor Anker gehen können. Die künstlich geschaffene Tiefe dieser 100 ha grofsen Fläche beträgt fast durchweg 10 m, die an derselben vorhandene Kailänge 2000 m. Die Begrenzung des Vorhafens an den Enden bilden zwei Hafendämme, welche von den Ufern rechtwinklig vorspringen. Von diesen ist der eine vorläufig nur in einfacher Steinschüttung hergestellt. Die genannten Dämme sollen zur Ein- und Ausschiffung von Materialien dienen, haben aber aufserdem den Zweck, den Wellen und der Küstenströmung den Eintritt in den Vorhafen zu versperren und so das Eintreiben von Strandmaterial in denselben zu hindern.

Längs der zunächst dem Handelshafen bis zur Einfahrt des inneren Kriegshafens in der Richtung von Nordost nach Südwest sich erstreckenden Linie des Vorhafenkais dehnt sich der Schiffsbauplatz aus. Neun Hellinge (scali da costruzione) sind beabsichtigt, von denen die drei mittleren je 120, die übrigen sechs je 100 m Länge besitzen sollen. Von diesen Hellingen sind jedoch erst drei, je 100 m lang, ausgeführt.

Die von der Einfahrt des Binnenhafens in südsüdöstlicher Richtung verlaufenden, noch nicht vollendeten Kaie sind bestimmt, die Schiffe mit Lebensmitteln, Kohlen und Kriegsbedarf versorgen zu können, und werden mit den entsprechenden Lagerhäusern besetzt werden. Hinter den Uferflächen dieser Kaie, welche dem Meere durch Schüttung abgewonnen sind, befindet sich in einer Thalmulde zwischen den angrenzenden Bergen die Artillerie-Niederlage (Stabilimento di S. Vito), theils in Schuppen, theils in festen Gebäuden untergebracht. Zu dieser Niederlage gehören zwei Wasserbecken von 2,6 ha Gesamtgrundfläche und im Mittel 3 m Wassertiefe, welche zur Aufnahme der Hölzer für den Schiffsbau dienen. Sie enthalten zu diesem Zwecke Seewasser, welches mit dem aus den dortigen Quellen hervorsprudelnden Süfswasser fortwährend gemischt wird. Es soll sich herausgestellt haben, dafs derartig zusammengesetztes Wasser das zum Schiffsbau zumeist gebrauchte Eichenholz am besten erhält.

Die Einfahrt in den durchweg 10 m tiefen inneren Kriegshafen liegt vor den sogenannten traversie, d. h. denjenigen Winden, die den Meerbusen der Länge nach bestreichen, also dem Hafen gefährlich werden können, geschützt. Der innere Kriegshafen selbst besteht aus zwei Binnenhäfen. Der erste, in welchen man durch die genannte Einfahrt gelangt, ist ein 200 m breites, 420 m langes Becken, welches über 1200 m Kailänge besitzt. Dieser erste Binnenhafen dient zur Ausrüstung der Schiffe und ist von den entsprechenden Gebäuden, d. h. Schuppen zur Aufbewahrung von Schiffsböten, Segeln, Ketten, Tauen, Masten, Ankern u. dgl., sowie von den Verwaltungsgebäuden für den eigentlichen Seedienst umgeben.

Nördlich von dem Ausrüstungshafen liegt der zweite Binnenhafen, der Ausbesserungshafen, mit dem ersteren durch einen kurzen Canal verbunden, über welchen eine Fufsgängerdrehbrücke führt. Die Breite des Ausbesserungshafens beträgt 200 m, seine Länge 390 m. Es ist indessen eine Vergröfserung um ein 360 m breites und 200 m langes Stück geplant (in Abb. 2 auf Blatt 20 durch punktirte Linien angegeben). An der nordöstlichen Langseite des Ausbesserungshafens liegen vier Trockendocks (bacini di carenaggio) nebeneinander, von denen die beiden äufseren je 110, die inneren je 132 m lang sind. Die Docks sind von einer Reihe von Gebäuden umgeben. Im Nordosten

der Docks, also an der von dem Ausbesserungshafen abgewandten Seite, liegen die fertig gestellten Häuser für die Maschinen zum Entleeren der Docks und die Tischlerei. Im Südosten befindet sich eine Maschinenwerkstatt im Bau, im Nordwesten der Docks ist der Bau einer Kesselwerkstatt geplant. Den Trockendocks gegenüber, also an der südwestlichen Langseite des Ausbesserungshafens befinden sich ein Wasserdruckkrahn für Lasten bis zu 160 t (unten beschrieben), ferner ein Krahn von 50 t Tragfähigkeit, zum Aufrichten der Masten bestimmt, sowie die Baulichkeiten für die Militärgenie-Abtheilung.

Zahlreiche innere Verkehrsstrafsen von 8 km Gesamtlänge, sowie eine Abzweigung der ligurischen Bahn, die sich in 7 km Geleislänge entwickelt, ferner 6 km innerer Dienstbahnen vermitteln den Verkehr zwischen den einzelnen Theilen der Hafenanlage. Diese selbst einschliefslich der Artillerie-Niederlage von S. Vito ist durch eine 4 km lange Mauer mit Graben umgeben. Aufserhalb des Grabens läuft eine Umwallungsstrafse. Der Hauptzugang zu dem Kriegshafen liegt etwa in der Mitte des stadtseitigen, den Hafen im Nordosten begrenzenden Mauerabschnitts. Man überschreitet den Umwallungsgraben auf eiserner Brücke, über welche man zunächst in einen Vorhof gelangt, den die Verwaltungsgebäude des Kriegshafens umgeben. Der Graben umfliefst nur einen Theil der Umwallung und ist hauptsächlich dazu bestimmt, die von den Bergen herabströmenden Quellen und Bäche abzufangen, um das Erdreich der Ufer und Werkplätze des Kriegshafens trocken zu erhalten. Auf dem letzten, bereits als stadtseitige Begrenzung erwähnten, im Nordosten des Kriegshafens belegenen Abschnitt ist der Graben 23 m breit und schiffbar. Bevor er in das Meer fliefst, erweitert er sich zu einem Klärbecken, in welchem sich die etwa mitgeführten feineren Sinkstoffe absetzen, nachdem die gröfseren Stücke schon weiter oberhalb durch Grundwehre, die auch dazu dienen, die Strömung zu mäfsigen, abgefangen sind. Das genannte Klärbecken bildet gleichzeitig den somit aufserhalb der Umwallung gelegenen Einschiffungshafen für die Mannschaften des Seedienstes. Dasselbe hat 1,8 ha Gröfse, 3 m Wassertiefe und nahezu 400 m Kailänge.

Als Zubehör des Hafens sind sodann noch mehrere aufserhalb der Umwallung vorhandene Anlagen zu betrachten. Zur Versorgung der Schiffe mit Pulver und Granaten dienen die in der Bucht von Panigaglia (vgl. Abb. 1 auf Blatt 20) angeordneten Pulverlagerhäuser, während Ersatzspeicher sich im Innern des Thals von Acquasanta befinden. Alle diese Anlagen sind hinreichend weit von dem eigentlichen Kriegshafen entfernt, um eine Gefährdung desselben durch Explosionen auszuschliefsen. Ferner liegen aufserhalb der Umwallung eine Caserne für 1500 Mann, ein Krankenhaus für 300 Betten und ein Landübungsplatz von 25 ha Gröfse.

Es mögen nun noch kurz die Erweiterungen aufgeführt werden, deren Plan erst in neuester Zeit fertig gestellt ist, die aber theilweise schon in Ausführung sich befinden. Die beabsichtigte Erweiterung des Ausbesserungshafens wurde schon oben erwähnt. Abweichend von dem Chiodo'schen Erweiterungsplan gedenkt man an diesem Hafen nur noch zwei Trockendocks zu erbauen, ein jedes so grofs, dafs nöthigenfalls zwei Schiffe hintereinander darin Platz finden. Die Länge dieser Docks, von denen der Bau des einen i. J. 1886 begonnen wurde, beträgt 220 m. Ihr Querschnitt (Abb. 6 u. 7 auf Blatt 21) wird, um Raum für bequemes Arbeiten darzubieten, erheblich breiter sein, als derjenige der alten Anlagen. An dem neuen Dock arbeitet man mit Unterbrechungen seit ungefähr zwei Jahren. Man hofft den Bau in ferneren zwei Jahren zu vollenden, und dann mit der Aushebung des Erdreiches für die Erweiterung des Ausbesserungshafens zu beginnen.

4. Die Werft bei S. Bartolomeo.

Unabhängig von dem eigentlichen Kriegshafen ist am östlichen Ufer des Meerbusens von Spezia am Fufse des Abhanges von S. Bartolomeo eine Werft für Bau und Ausbesserung der Kriegsschiffe errichtet worden. Der erste Gedanke einer solchen Anlage rührt vom Grafen Cavour her, welcher 1861 als Marineminister die einheimische Industrie zum gleichzeitigen Nutzen der Kriegsmarine fördern wollte und sich bemühte, eine Betriebsgesellschaft zu Stande zu bringen, welche am Busen von Spezia eine Werft zur Erbauung eiserner Handels- und Kriegsfahrzeuge errichten sollte. Nach dem Tode Cavours liefs man den Gedanken fallen. Als jedoch am Ende des Jahres 1861 die Erbauung neuer Linienschiffe nothwendig wurde, für welche auf den vorhandenen Stapeln von Genua und Castellamare kein Raum war, so wurden auf Befehl des Marineministeriums bei Spezia Vorarbeiten für eine Werft gemacht. Da man in jener Zeit die Hellinge des Kriegshafens noch nicht fertigstellen konnte, so wählte General Chiodo dieselbe Bucht von S. Bartolomeo, um besagte Werft zu errichten. 1863 erfolgte dann ein besonderer Beschlufs des Ministeriums, die Anlage für das Aufschleppen und Ausbessern der Kriegsschiffe zweiter Ordnung einzurichten. So entstand eine aus folgenden Theilen bestehende Anlage (vgl. Abb 3 auf Bl. 20):

a) zwei Bauhellinge, je 100 m lang;

b) ein Helling zum Aufschleppen der Schiffe auf Gleitbahnen, für Schiffe von 90 m Länge und 3000 t Gehalt;

c) ein Helling zum Aufschleppen der Schiffe auf Wagen, für Schiffe von 80 m Länge und 1500 t Gehalt;

d) zugehörige Gebäude für Amtsräume, Arbeitsdächer, Werkstätten und Lagerhäuser.

Das Baugebiet für die Werft ist theils durch Abgrabung den Abhängen der Hügel, theils durch Anschüttung der so geförderten Massen dem Meere abgewonnen. Die Reede vor der Werft ist durch eine Mole, welche im Süden der Werft von der Punta di S. Bartolomeo vortritt, gegen die herrschenden Winde geschützt und auf eine Wassertiefe von durchweg 10 m gebracht. Die ganze Anlage ist durch eine Mauer umgeben, welche wiederum von einer Umwallungsstrafse eingefafst ist. Der Haupteingang befindet sich an der am tiefsten in das Land einspringenden Ecke der Werft. Eine Küstenstrafse und Küstenbahn verbinden letztere mit dem 4800 m entfernten Kriegshafen.

5. Gröfsenverhältnisse und Kosten.

Von der Gröfse des Kriegshafens von Spezia giebt nachstehende Gegenüberstellung mit derjenigen des Hafens von Toulon ein ungefähres Bild: dabei sei bemerkt, dafs bezüglich des ersteren die zum gröfsten Theil bereits verwirklichten Annahmen des durch Gesetz vom 28. Juli 1861 genehmigten Entwurfes zu Grunde gelegt sind.

Es betragen:	in La Spezia qm	in Toulon qm
a) Oberfläche der Plätze, Strafsen usw.	941800	869700
b) Oberfläche der verschiedenen Gebäude	64300	211800
c) Oberfläche der Binnenhäfen, Canäle	280600	705300
zusammen . .	1286700	1786800

Hierzu treten bei Spezia aufserhalb der Umwallung liegend:

d) Oberfläche des Uebungsplatzes, der Casernen, des Krankenhauses	347200
e) Oberfläche der Pulverspeicher usw.	21000
daher Gesamtoberfläche .	1654900 qm.

Die Längen der Kais in Spezia sind nach demselben Entwurf:

a) Kaie, vor welchen 10 m Wassertiefe, 4200 m,

b) Kaie, vor welchen unter 10 m Wassertiefe, 3500 m.

Es mag nun eine entsprechende Zusammenstellung für die Werft von S. Bartolomeo hinzugefügt werden.

Es betragen daselbst:

a) Oberfläche der Plätze, Strafsen usw. . .	109300 qm,
b) Oberfläche der verschiedenen Gebäude . .	18100 qm,
c) Oberfläche des Binnenhafens, der Canäle .	10800 qm,
daher Gesamtoberfläche .	138200 qm.

Fügt man hierzu die entsprechende Gesamtgröfse des eigentlichen Hafens = ... 1286700 qm,
so ergeben sich . . . . 1424900 qm
als Gröfsenzahl derjenigen Anlagen bei Spezia, welche den auf 1786800 qm sich erstreckenden Anlagen bei Toulon entsprechen.

Die Kosten der sämtlichen im Meerbusen von Spezia ausgeführten Arbeiten, soweit sie den Zwecken der Kriegsmarine dienen, haben bis 1880 betragen:

a) für den eigentlichen Kriegshafen in Spezia einschliefslich der Pulverspeicher, der Caserne, des Krankenhauses usw.	45158000 Lire,
b) für die Werft bei S. Bartolomeo . .	4924000 Lire,
c) für die anfänglich in der Bucht von Varignano ausgeführten Arbeiten	1150000 Lire,
d) für Arbeitsmaschinen und Einrichtungen, die verfügbar sind oder verfügbar werden .	5600000 Lire.
zusammen .	56832000 Lire.

III. Einzelausführungen.

6. Die Trockendocks am Ausbesserungshafen.

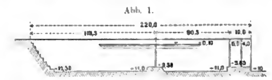
a) Bauliche Einrichtung der Docks. Die Gesamtlage der fertigen vier Docks ist aus dem Grundrifs (Abb. 1 auf Blatt 21) ersichtlich, während Abb. 2 auf Blatt 21 den Längsschnitt durch den Entleerungscanal eines der gröfseren Docks 2 und 3, und die Abbildungen 3 und 4 auf Blatt 21 die Einzelanordnung eines der kleineren Docks 1 und 4 zeigen. Die Docks sind von Mitte zu Mitte je 50 m von einander entfernt. Das erste Dock hat, ebenso wie das vierte, eine obere nutzbare Länge von 110 m, eine untere von 90,80 m, während bei dem zweiten und dritten Dock die entsprechenden Mafse 132 m und 109,40 m sind. Die Sohlenbreite ist bei allen Docks 12,40 m, während die obere lichte Weite 28,40 m bei den kleineren Docks und 30,40 m bei den gröfseren beträgt. Alle vier Docks haben eine der Neigung der Schiffskiele sich anpassende Bodenneigung von 1 : 100 nach der Mündung zu. Die Seitenwandungen sind in nur fünf Absätzen von 0,80 m Breite und 1,60 m Höhe abgestuft. Den Zugang zu dem Innern eines jeden Docks bilden acht Treppen. Der tiefste Punkt der Sohle in der Einfahrt der Docks liegt 9,15 m unter M. W. Im Haupte eines jeden der Docks befinden sich für das Einsetzen der Verschlufspontons zwei Falze, je 6 m bei den kleineren, 7,4 m bei den gröfseren Docks von einander entfernt. Gewöhnlich wird das Ponton in den inneren Falz eingesetzt, während der äufsere Falz dann gebraucht wird, wenn es gilt, eine gröfsere nutzbare Docklänge zur Verfügung zu haben, sowie ferner dann, wenn der innere Falz ausgebessert werden mufs. Im Innern des Wandmauerwerks eines jeden Docks entlang läuft jederseits ein beim Haupt in den Dockraum mündender Canal von 1 m lichter Weite und 2 m lichter Höhe, welcher zur Entleerung des Docks dient. Die beiden bezüglichen Canäle eines Docks vereinigen sich landseitig des Halbrundes in einem Brunnen, aus welchem ein Canal gröfseren Querschnitts zu der Gruppe der vier Sammelbrunnen führt. In dem erstgenannten Brunnen befindet sich ein mit Wasserdruck beweglicher keilförmiger Schieber, welcher dazu dient, die Entleerung des Docks zu regeln und dasselbe je nach Bedarf mit den anderen Docks in Verbindung zu setzen oder von denselben abzusondern. In die Seitencanäle, welche, da sie tiefer liegen als die Docksohle, gleichzeitig in vortheilhafter Weise das etwaige Sickerwasser abfangen, münden auch die Canäle zur Füllung des Docks. Diese haben einen kreisförmigen Querschnitt von 0,80 m Durchmesser, durchdringen, gleichlaufend mit der Dockachse, zunächst in wagerechter Richtung die beiden Seitenmauern des Hauptes und fallen dann lothrecht in die Entleerungscanäle ab. Auf der wagerechten Strecke der Füllcanäle sind die erforderlichen Verschlufsschütze angebracht.

Ueber der oben erwähnten Gruppe der vier Sammelbrunnen steht das Maschinenhaus, in welchem sich die zur Entleerung der Docks dienenden Pumpen, theils Kreisel-, theils Kolbenpumpen, befinden, deren Sauger in eben diese Sammelbrunnen eingreifen. Die Sohle des tiefsten dieser Brunnen befindet sich 12,50 m unter M. W. Zur Bewegung der Pumpen stehen zwei feste Maschinen von zusammen 520 Pferdekräften zur Verfügung. Mit diesen können die kleinen Docks, welche je 21000 cbm enthalten, in drei Stunden zehn Minuten entleert werden, die grofsen Docks von je 28000 cbm Inhalt in vier Stunden.

Der Verschlufs der Docks erfolgt durch linsenförmige schmiedeeiserne Pontons.

Die Abweichungen der Anordnung des neuen, z. Z. im Bau befindlichen grofsen Docks von derjenigen der eben beschriebenen vier älteren Docks gehen aus den Abb. 6 und 7 auf Blatt 21, sowie aus der nachstehenden Abb. 1 hervor. Das Linienbild des Grundrisses ist punktirt in Abb. 2 auf

Abb. 1.



Blatt 20 zu erkennen. Aus Abb. 1 ist auch zu ersehen, dafs das Dock durch Einsetzen eines Zwischenpontons etwa in der Mitte seiner Länge getheilt werden kann. Hierdurch und durch die Möglichkeit, den inneren oder äufseren Pontonfalz zu be-

nutzen, lassen sich Dockungsräume von fünf verschiedenen Längen schaffen. Das Längsgefälle der Sohle beträgt auch hier 1 : 100.

b) **Die Bauausführung der Docks.** Die nachstehenden Abb. 2 bis 5 veranschaulichen die Vorgänge bei der Bauausführung der vier alten Docks, von welcher sich diejenige des neuen grofsen Docks nicht wesentlich unterscheidet. Es mufs hier eingeschaltet werden, dafs der Boden, in welchen die Docks eingebaut sind, etwa 1,5 m über M. W. des Meeres lag und bis zu dessen mit 0 zu bezeichnender Höhe aus Mutterboden bestand. Dann folgte von 0 abwärts bis — 2,0 Sand und Kies, von — 2,0 bis — 4,0 feiner, schlammiger Sand, von — 4,0 bis — 10,0 Schlamm mit vielen Resten von Seegras, Weichthieren usw. Es folgten weitere Schichten von Kies und Sand bis zur Tiefe von — 15,0 m, in welcher sich festgelagerter Thon von unbegrenzter Stärke vorfand. Durch die sandigen und kiesigen Schichten sickerte süsses Wasser. An einigen Stellen zeigten sich sogar Quellen von bedeutendem Druck, während die schlammige Schicht für das Wasser undurchdringlich war.

Vor Beginn der Bauausführung versicherte man sich zunächst durch die Herstellung von Versuchsbrunnen, dafs es möglich sein würde, den Grundwasserstand durch Pumpen soweit zu senken, um die Docks vollständig im Trocknen herstellen

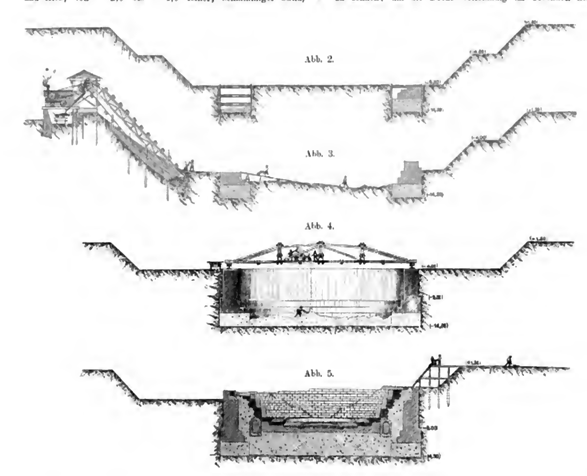


Abb. 2.

Abb. 3.

Abb. 4.

Abb. 5.

zu können. Die Beschränktheit des Raumes liefs eine gleichzeitige Erbauung aller vier Docks nicht rathsam erscheinen. Man nahm daher die beiden kleineren, äufseren Docks vor den beiden gröfseren in Angriff. Zuvörderst wurde vor der Mündung eines solchen Docks ein Brunnen hergestellt und durch Auspumpen desselben der Grundwasserstand gesenkt. Dann folgte in der ganzen, dem Umfange des künftigen Docks entsprechenden Grundfläche der Aushub des Bodens bis 9 m unter M. W. und die Beseitigung desselben ohne Anwendung mechanischer Hülfsmittel. Man machte die Böschungen der Baugrube möglichst steil, schaltete aber zum Schutze gegen Rutschungen etwa auf halber Höhe einen Absatz ein.

Bei dem fortgesetzten Aushub von — 9,0 abwärts ging man sehr behutsam vor. Es wurde anfänglich nur ein den ganzen Umfang des zukünftigen Docks umlaufender Graben ausgehoben (Abb. 2), welcher auf die durch die künftigen Umfangsmauern des Docks zu besetzende Grundfläche beschränkt wurde. Dieser in 6 m Tiefe, d. h. bis 15 m unter M. W. auszuhebende Graben wurde mit lothrechten, abgesteiften Wänden in Strecken von je 20 m hergestellt, die gleich nach ihrer Vollendung mit Mauerwerk bis zum Rande ausgefüllt wurden. So verminderte man die Gefahr von Gleichgewichtsstörungen im Boden und beschränkte den in dieser Tiefe starken Wasserzudrang nach Möglichkeit.

Die besagte Umfangsmauer bildete nach ihrer Fertigstellung eine sichere Stütze für die oberen Erdböschungen, sodafs man nun ohne Gefahr den von jener Mauer eingeschlossenen, der Grundfläche des Docks entsprechenden Erdkern bis 15 m unter M. W. herausnehmen konnte. Es erschien rathsam, hierbei mechanische Hülfsmittel zu verwenden, um die grofsen zu bewältigenden Bodenmassen bis zur Höhe der natürlichen Erdoberfläche zu heben. Man traf die Anordnung so, wie Abb. 3 veranschaulicht. Ein durch eine Locomobile betriebener, geneigt längs der 9 m hohen Böschung liegender Trockenbagger hob den gewonnenen Boden bis auf 4 m über die natürliche Oberfläche und schüttete ihn unmittelbar in die Spurwagen aus, in welchen er abgefahren wurde. Unten entnahm der Bagger den zu fördernden Boden einer Grube, welcher die Massen beständig neu durch Handkarren zugeführt wurden. Auf diese Weise konnten täglich über 2000 cbm gefördert werden.

Nach Beendigung des Aushubs wurde zur Gründung der Docksohle eine durchweg 4 m starke Betonschicht geschüttet. Es mag bemerkt werden, dafs der Rauminhalt dieser Betongründung bei allen vier Docks zusammen 47000 cbm betrug. Das bei der Verstürzung des Betons befolgte Verfahren ist aus Abb. 4 ersichtlich. Auf der vorläufig nur bis zur Höhe von — 4 m hochgeführten Umfangsmauer des Docks wurden Schienen entlang gelegt und auf diesen eine fahrbare Dienstbrücke hin- und herbewegt, von welcher aus die Verstürzung der Betonkarren stattfand. Der Werkplatz, auf welchem die Mischung des Betons durch Maschinen geschah, und welcher durch Geleise mit den Steinbrüchen, Kalköfen, Lagerplätzen in Verbindung stand, lag aufserhalb der Baugrube neben dem zur Wasserhaltung dienenden Brunnen. Die Dampfmaschine, welche die Pumpen betrieb, lieferte gleichzeitig die Kraft für den Betrieb der Betonbereitungsmaschinen, während das Pumpenwasser zur Einmischung des Betons und zum Waschen des Steinschlags verwendet wurde. Auf dem Werkplatz wurden die gefüllten Betonkarren auf die Plattformen von Eisenbahnwagen gesetzt. Letztere wurden dann auf Dienstgeleisen bis vor Kopf der fahrbaren Dienstbrücke in die Baugrube hinabgeführt, sodafs ein Ueberschieben der Betonkarren von den Plattformen der Eisenbahnwagen auf die gleichhoch gelegene Dienstbrücke möglich war, wonach durch zweckentsprechende Verschiebung der Dienstbrücke und der Betonkarren jeder Punkt der Baugrube erreicht werden konnte. So wurde der Beton in einzelnen Schichten von je 0,50 m Stärke geschüttet. Die grofse Fallhöhe von über 10 m bewirkte eine günstige Zusammendrückung desselben, während eine Schaar Arbeiter unten beschäftigt war, die beim Verstürzen gebliebenen Unregelmäfsigkeiten auszugleichen.

Auf der Betonunterlage wurde nun die eigentliche Sohle des ganzen Docks hergestellt, darauf die Canäle, die Mauern und Schwelle des Hauptes und die Stufenbekleidung der ganzen Dockkammer unter gleichzeitig fortschreitender Ausfüllung des Zwischenraumes zwischen den Stufen und der Umfangsmauer mit Beton (s. Abb. 5). Gleichzeitig mit den eben beschriebenen Arbeiten an den Docks selbst führte man die Brunnen landseitig der Docks, die äufseren Canäle und die Gruppe der Sammelbrunnen aus, über welcher sich dann das Pumpengebäude erhob. Der Bodenaushub bei den letztgenannten Bauausführungen geschah in ganz derselben Weise, wie bei den Docks selbst.

Man könnte versucht sein, zu befürchten, dafs bei der beschriebenen Herstellungsweise der Docks leicht Undichtigkeiten in der Sohle verbleiben. Dem widerspricht die Erfahrung, insofern die Docks sich gut bewährt haben. Durchsickerungen sind allerdings vorgekommen. Doch beträgt bei dem wenigst dichten Dock die Menge des Sickerwassers täglich nur 50 bis 100 cbm.

Als Hauptbaustoff ist ein in der Nähe von Spezia gebrochener dunkler Kalkstein von ganz ähnlichem Gefüge, wie Marmor, verwendet. Die zur Abdeckung der Vorsprünge bei den Dockwänden gebrauchten regelrecht bearbeiteten Kalksteine sind auf den Inseln Palmaria und Del Tino beim Meerbusen von Spezia gewonnen. Die Steinbrocken liefs man durch Menschenhand herstellen; für die Deckung des Dockbodens, ferner für die Treppen und die Decklage der Wände ist Sandstein, ebenfalls aus der Umgegend der Stadt, benutzt worden. Die Pontonfalze, sowie die Mauerecken des Hauptes haben Verkleidung mit Granit aus Baveno, die Canäle und Brunnen endlich eine solche mit gebrannten Ziegeln erhalten. Zu dem aus gleichen Theilen Sand, Kalk und Puzzolanerde bestehenden Mörtel wurden theils römische, theils neapolitanische Puzzolane verwendet.

Welchen Umfang die Herstellung der vier fertigen Docks gehabt hat, dürfte sich aus folgenden Zahlen ergeben: Es mufsten 500000 cbm Erde bewegt und $1^1/_2$ km von der Baustelle niedergelegt, ferner 100000 cbm Beton, 80000 cbm verschiedenartiges Mauerwerk und 20000 qm Fufsbodenfläche hergestellt werden. Man gebrauchte 15000 cbm zugerichtete Steine und mufste eine Fläche von 5 ha, die bis auf 15 m unter dem Meeresspiegel auszugraben war, von Wasser freihalten. Günstigerweise konnten alle Arbeiten im Trockenen ausgeführt werden. Durch diesen Umstand haben sich die Kosten der Herstellung ziemlich mäfsig gestellt. Sie betragen für alle vier Docks einschliefslich der Canäle und Maschinen nur 7800000 Lire. Die kleineren Docks haben hiervon je 1840000 Lire und die grofsen je 2060000 Lire erfordert. Das neue Dock wird voraussichtlich soviel kosten, wie ein kleines und ein grofses Dock der fertigen zusammengenommen.

7. Der Wasserdruckkrahn am Ausbesserungshafen.

Den in Rede stehenden Krahn von 160 t Tragkraft, dessen Bau durch die Einführung der 100 bis 120 t schweren Kanonenläufe für die Ausrüstung der grofsen Kriegsschiffe nothwendig wurde, hat das Haus W. G. Armstrong in Newcastle ausgeführt. Er ist in Abb. 1 bis 3 auf Bl. 22 dargestellt. Die Ausladungsweite über die Kante der Ufermauer hinaus beträgt 12,20 m, die Hubhöhe 20 m über dem Wasserspiegel, die Hubgeschwindigkeit 0,01 m in der Secunde bei Hebung einer Last von 160 t. Sowohl die Hebung der Lasten wie die Drehung des Krahns erfolgt durch Wasserdruck. Auf einem gemauerten Unterbau ruht eine drehbare Plattform, auf welcher das eigentliche Krahngestell befestigt ist und welche aufserdem das Gegengewicht, sowie die zur Drehung des Krahns dienende Maschine trägt. Am Ende des Auslegers ist ein 12 m langer, 0,203 m im lichten starker Wasserdruckcylinder mittels zweier schmiedeeisernen Oesen aufgehängt, sodafs er in geringem Mafse (2° 30′) seitlich ausschlagen kann. Dieser Wasserdruckcylinder dient zur unmittelbaren Hebung der Lasten, welche an die Kolbenstange angehängt werden. So ist die Gefahr, welche die Anwendung von Ketten bei so schweren Lasten mit sich bringen würde, vollständig vermieden.

An Einzelheiten ist noch folgendes zu bemerken.

In dem Unterbau befinden sich Kessel und Maschine zur Füllung des in der Nähe des Krahnes aufgestellten Kraftsammlers. Von diesem führen Leitungen zurück nach der Plattform und nach dem Wasserdruckcylinder. Aufserdem werden aber von dem Kraftsammler noch andere kleinere Wasserdruckkrahne gespeist.

Die Maschine, welche die Drehung des Krahns besorgt, kann ferner dazu benutzt werden, eine Hülfskette zu bewegen, mit welcher sich Lasten bis zu 7 t in gewöhnlicher Weise heben lassen. Die Bedienung des grofsen Hebungscylinders erfolgt entweder von der Plattform aus, oder von einer in halber Höhe des Auslegers befindlichen kleinen Brücke.

Das Gewicht des drehbaren Theiles des Krahnes beträgt 126 t, der Druck auf jede der beiden Vorderstützen der Plattform bei Hebung einer Last von 160 t ist 270 t, der durch das Gegengewicht bei unbelastetem Krahn auf jede der beiden Hinterstützen ausgeübte Druck beträgt 160 t.

Besondere Schwierigkeiten machte die Gründung des Krahnes, weil der Unterbau theils auf der Ufermauer, theils auf aufgeschüttetem Boden zu errichten war. Man half sich in der Weise, dafs man den unzuverlässigen Baugrund durch Eintreiben eines bis in den festen Thonboden reichenden Pfahlwerks verbesserte (vergl. Abb. 3, Blatt 22), und über letzterem einen 3,30 m starken Betonkörper ausführte, welcher die Gründung des Krahnunterbaues bildet. Bis jetzt hat sich keine schädliche Bewegung gezeigt.

Die Kosten für den Krahn haben betragen:

a) Ankauf des Krahnes	474 000 Lire,
b) Unterbau	146 000 Lire,
c) Aufstellung und Ingangsetzung . . .	30 000 Lire.
zusammen .	650 000 Lire.

8. Die Bauhellinge der Werft von S. Bartolomeo.

Die beiden auf der Werft von S. Bartolomeo in den Jahren 1862 bis 1869 errichteten Bauhellinge (vgl. Abb. 4 bis 10 auf Blatt 22) sind für die Gröfsen der damaligen gröfsten Kriegsschiffe berechnet. Die Achsen der beiden Hellinge laufen in 50 m Abstand parallel. Die Länge des über Wasser befindlichen Theils, des eigentlichen oder Stapel-Hellings, beträgt in jedem Falle 100 m, die Breite 6 m und die Neigung $^1/_{16}$. Der unter Wasser befindliche Theil (Vorhelling) ist 65 m lang, 10 m breit und mit $^1/_{12}$ geneigt. An der Grenze zwischen Stapelhelling und Vorhelling befindet sich eine Stufe von 0,40 m Höhe. Die Wassertiefe am Ende des Vorhellings beträgt 6,50 m. Vor dem Beginn des Baues eines Schiffes wird jedesmal auch auf dem Helling die Neigung $^1/_{12}$ durch Aufklotzungen hergestellt. Zur Herstellung der Gründung des Stapelhellings wurde der Boden entsprechend der Neigung in Stufen ausgehoben, deren höchste, bei welcher man Sand antraf, auf — 0,42 und deren tiefste in schlammigem Untergrunde auf — 4,50 liegt. Darauf erfolgte die Einbringung einer Betonschicht, welche durchweg mit ihrer Oberfläche auf + 0,14 abgeglichen ist. Auf den höchsten Stufen des Bodenaushubs geschah die Betonschüttung im Trocknen, auf den tieferen Stufen im Wasser, indem man durch Holzwände je einen Abschnitt von der Breite des künftigen Hellings und von 10 bis 15 m Länge absonderte. Sobald ein solcher Kasten gefüllt war, schritt man zum Bau und zur Füllung des nächsten, zerstörte jedoch die Holzwand erst nach völliger Erhärtung des Betons, d. h. nach 8 bis 12 Tagen. Nachdem die Gründung solchergestalt beendet war, mauerte man den Helling in Bruchsteinen auf, indem man unter Berücksichtigung der Art und Weise, wie ein Schiff auf dem Helling ruht, grofse Aussparungen nach Abb. 4, 6 und 8 auf Blatt 22 machte, welche demnächst mit Sand und Kies verfüllt wurden. Die Abdeckung erfolgte mit Kalksteinen von $^1/_1$ cbm Gröfse.

Der Untergrund, auf welchem der Vorhelling zu erbauen war, besafs eine natürliche Abdachung. Diese verwandelte man durch Baggern in ebene Stufen (Abb. 6 auf Blatt 22) und stellte hierauf durch eine Schüttung aus kleinen Steinen von 5 bis 100 kg annähernd die mit $^1/_{12}$ geböschte Unterlage der Ablaufebene des Vorhellings her. Die Breite der Schüttung bemafs man natürlich gröfser, als diejenige des Hellings, und zwar auf etwa 16 m. Die Steinschüttung wurde sehr sorgsam ausgeführt und obenein durch Taucher eingeebnet. Dann wurde überall durch Aufbringung einer Betonschicht, deren Stärke je nach der Regelmäfsigkeit der Oberfläche der Steinschüttung von 0,60 bis 0,80 m wechselte, die eigentliche mit $^1/_{12}$ geneigte Oberfläche des Vorhellings gebildet. Dies geschah in folgender Weise (vgl. nachstehende Abb. 6 und 7). Es wurde über der Steinschüttung in der Richtung des Vorhellings auf drei Reihen zu diesem Zwecke eingeschlagener Pfähle ein Sturzgerüst gebildet, auf welchem man gleichzeitig den Beton mischte. An jeder der drei Pfahlreihen wurde eine hölzerne Schiene befestigt, deren mit $^1/_{12}$ geneigte Oberkante genau der zu bildenden Oberfläche des Vorhellings entsprach. Hierauf stellte man mit Betonsäcken von $^1/_{25}$ cbm Inhalt zunächst zwei Mäuerchen längs der beiden äufseren Schienen her, welche die beiden Seitenkanten des Vorhellings bezeichneten und daher genau bis zur Höhe der Schienen abgeglichen wurden. Es erübrigte nun nur noch, auch den Zwischenraum zwischen beiden Mäuerchen bis zur richtigen Höhe mit Beton zu füllen. Man schüttete den Beton zu diesem Behufe in dünnen Lagen, wobei man sich der bekannten Betonkasten mit beweglichem Boden bediente, während unten zwei Taucher beschäftigt waren, die Unregelmäfsigkeiten

Abb. 6.

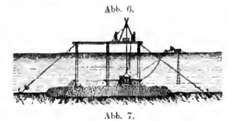
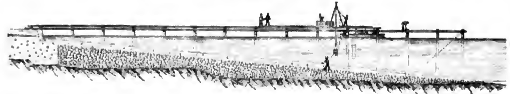


Abb. 7.



einzuebnen. Für die letzte Lage von 10 bis 15 cm Stärke wurde zur Betonmischung feiner Kies verwendet und die Oberfläche demnächst von einem Taucher mit einem längs der Oberkanten der Holzschienen geführten Streichbrett abgeglichen. Schliefslich wurden auch die Pfähle in Höhe der so hergestellten durchaus glatten Ablaufebene abgeschnitten.

Die Kosten eines Hellings einschliefslich des Vorhellings haben 145000 Lire betragen.

Zusammenstellung der bemerkenswertheren preufsischen Staatsbauten aus dem Gebiete des Landbaues, welche im Laufe des Jahres 1886 in der Ausführung begriffen gewesen sind.

(Aus den Jahres-Rapporten für 1886.)

I. Kirchen.

Während des Jahres 1886 befanden sich 45 Kirchenbauten (gegen 39 im Vorjahre) in der Ausführung, darunter 23, welche fortgesetzt und 22, welche neu begonnen wurden.

Von den fortgesetzten Kirchenbauten wurden 15 beendet. Unvollendet blieben die Kirche zum Heil. Kreuz in Berlin (V)*), ferner die Kirchen in Alt-Geltow (VI), Missen (VII), Juncewo (XII), Lubom (XV), Gr. Chelm (XV), Birknngen (XVIII) und die Willibrordi-Kirche in Wesel (XXXII). Bis auf letztere war die Vollendung dieser Bauten für das Jahr 1887 vorgesehen.

Neu angefangene Kirchenbauten.

a) Neubauten.

Von Neubauten wurden folgende 14 (gegen 8 im Vorjahre) begonnen:

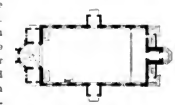
1. Die evangelische Kirche in Seeburg (I). Dieselbe ist massiv in Ziegelrohbau in gothischen Formen erbaut und zur Aufnahme von 222 Sitzplätzen bestimmt. Das Dach des Thurmes ist mit Blei auf Schalung, das der Kirche mit Pfannen eingedeckt. Anschlagss. 29500 *M* (156,06 *M* f. d. qm, 21,05 *M* f. d. cbm. und 132,88 *M* f. einen Sitzplatz).

2. Die reformirte Kirche in Insterburg (II). Die in romanischen Formen entworfene Kirche ist mitten auf dem Markgrafenplatze als dreischiffige, überwölbte Hallenkirche in Ziegelrohbau unter Schieferdach errichtet. Die Breite des Mittelschiffes beträgt 12,0 m, die Höhe 16,0 m und die Länge 31,47 m. Als Heizung ist eine Niederdruck-Dampfheizung vorgesehen, deren Kessel seinen Platz in der Unterkellerung des Chores erhalten soll. Anschlagss. 435050 *M* (359,30 *M* f. d. qm, 25,0 *M* f. d. cbm und 279,6 *M* f. einen Sitzplatz).

3. Die evangelische Kirche in Laugszargen (II). Die Kirche ist massiv in Ziegelrohbau mit Rundbogen unter sparsamer Verwendung von Formsteinen aufgeführt und mit Pfannen auf Schalung eingedeckt. An das mit einer hölzernen, in den Dachraum hineingebauten Balkendecke versehene Langschiff schliefst sich die überwölbte, rechteckige Altarnische an, sowie eine kleine Sacristei und ein rechteckiger, mit spitzwinkligem Satteldach gekrönter Thurm. Das Schiff bietet Raum für 500 Sitzplätze. Anschlagss. 37400 *M* (141,90 *M* f. d. qm, 19,80 *M* f. d. cbm und 74,80 *M* f. einen Sitzplatz).

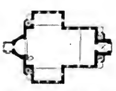
4. Die katholische Kirche in Grofs-Bislaw (IV), in einfachen gothischen Formen im Ziegelrohbau unter geringer Verwendung von Formsteinen erbaut und mit Pfannen eingedeckt. Das Schiff, zur Aufnahme von 333 Sitzplätzen für Erwachsene und von 177 für Kinder bestimmt, ist mit einer Holzdecke in Form einer spitzbogigen Tonne versehen. Anschlagss. 85858 *M* (137,20 *M* f. d. qm, 13,70 *M* f. d. cbm und 168,35 *M* f. einen Sitzplatz).

5. Die katholische Kirche in Long (IV). Nach dem beigegebenen Grundplane wird dieselbe in Ziegelrohbau unter Verwendung weniger und einfacher Formsteine in gothischen Formen errichtet und mit Pfannen auf überstülpter Schalung eingedeckt. Das Schiff ist mit einer nach der Mitte ansteigenden Holzdecke überdeckt und enthält 400 Sitzplätze für Erwachsene und 125 für Kinder. Anschlagss. 119000 *M* (141,90 *M* f. d. qm, 12,80 *M* f. d. cbm und 226,67 *M* f. einen Sitzplatz).



6. Die evangelische Kirche in Betzin (VI). Sie wird massiv in Ziegelrohbau in einfachen romanischen Formen erbaut und mit Pfannen eingedeckt. Das mit sichtbarer Holzdecke versehene Schiff bietet Raum für 265 Sitzplätze, wovon 230 für Erwachsene und 35 für Kinder. Anschlagss. 33580 *M* (139,00 *M* f. d. qm, 17,30 *M* f. d. cbm und 126,71 *M* f. einen Sitzplatz).

7. Die protestantische Kirche in Gorgast (VII), nach beistehendem Grundrifs in den Formen des Rundbogenstiles in Ziegelrohbau erbaut. Sie enthält 975 Sitzplätze, und zwar 787 für Erwachsene, 188 für Kinder, und wird mit Biberschwänzen zum Kronendach eingedeckt. Das Langschiff erhält eine nach der Mitte ansteigende, jeder der Kreuzarme eine gerade Holzdecke. Anschlagss. einschliefslich 11220 *M* für künstliche Gründung 94770 *M* (161,63 *M* f. d. qm, 17,17 *M* f. d. cbm und 85,69 *M* f. einen Sitzplatz);



8. Die evangelische Kirche in Voigtshagen (VIII), in einfachen gothisirenden Formen in Ziegelrohbau und mit Ziegelkronendach ausgeführt. Das mit gewölbter Decke versehene Schiff weist 348 Sitzplätze auf, wovon 278 für Erwachsene und 70 für Kinder. Der an der Westseite gelegene quadratische Thurm erhält einen in Holz hergestellten achteckigen Helm. Anschlagss. 42600 *M* (163,0 *M* f. d. qm, 17,50 *M* f. d. cbm und 122,41 *M* f. einen Sitzplatz).

9. Die evangelische Kirche in Strelowhagen (VIII). Dieselbe ist aus Feldsteinen, mit Ziegel-Einfassung der rundbogigen

*) Die neben den Ortsnamen eingeklammerten römischen Zahlen haben die gleiche Bedeutung wie bei den „Zusammenstellungen" in den vorhergehenden Jahrgängen.

Oeffnungen und unter Ziegelkronendach erbaut. Das mit gerader Holzdecke versehene Schiff enthält 186 Sitzplätze für Erwachsene, die Orgelempore 46 Sitzplätze für Kinder. Anschlagss. 22500 ℳ (123,00 ℳ f. d. qm, 17,00 ℳ f. d. cbm und 97,00 ℳ f. einen Sitzplatz).

10. Die evangelische Kirche in Grofs Tuchen (IX) ein einfacher Ziegelrohbau mit geringer Verwendung von Formsteinen und Ziegelkronendach. Das zur Aufnahme von 1293 Sitzplätzen bestimmte Schiff erhält eine nach der Mitte ansteigende Holzdecke. Anschlagss. 102700 ℳ (78,89 ℳ f. einen Sitzplatz).

11. Die evangelische Kirche in Scheidelwitz (XIII). Dieselbe ist in Formen des Rundbogenstiles als dreischiffige Anlage in Ziegelrohbau ausgeführt. Das Mittelschiff ist mit Kreuzgewölben, jedes der Seitenschiffe mit böhmischen Kappen überwölbt. Anschlagss. 55500 ℳ (130,99 ℳ f. d. qm, 16,03 ℳ f. d. cbm und 71,89 ℳ f. einen Sitzplatz).

12. Eine Capelle in Emmeringen (XVI), welche in mittelalterlichen Formen in Ziegelrohbau mit 50 Sitzplätzen und überwölbtem Schiff errichtet wird. Das mit deutschem Schiefer auf Schalung eingedeckte Dach erhält einen kleinen Dachreiter für die Glocken. Anschlagss. 11000 ℳ (133,50 ℳ f. d. qm, 18,40 ℳ f. d. cbm und 220 ℳ f. einen Sitzplatz).

13. Die evangelische Kirche in Wörhlitz (XVII). Sie wird massiv in Ziegelrohbau in einfachen Formen romanischer Bauart ausgeführt und mit Schiefer eingedeckt. Die Decke des 228 Sitzplätze enthaltenden Schiffes wird durch den mit gehobelter und und gespundeter Schalung versehenen Dachverband gebildet. An der Westseite erhebt sich ein quadratischer Thurm von 4,10 m Seite. Anschlagss. 27500 ℳ (140,20 ℳ f. d. qm, 18,05 ℳ f. d. cbm und 120,61 ℳ f. einen Sitzplatz).

14. Die katholische Kirche in Leinefelde (XVIII). Die Kirche wird in frühgothischem Stile in einfachen Formen massiv aus Kalksteinen mit äufserer Verblendung von Mehlsteinen erbaut und zeigt eine dreischiffige Hallenanlage. Sie erhält Sitzplätze für 498 Erwachsene und 177 Kinder. Sämtliche Räume mit Ausnahme der Sacristei sind mit Kreuzgewölben überdeckt. Der 6 m im Geviert messende Thurm an der Nordseite trägt einen achtseitigen, in Holz hergestellten Helm. Sämtliche Dächer werden mit Schiefer eingedeckt. Anschlagss. 150000 ℳ (206,00 ℳ f. d. qm, 14,63 ℳ f. d. cbm, 22,22 ℳ f. einen Sitzplatz und 162 ℳ f. einen Kirchgänger).

b) Um- bezw. Erweiterungsbauten.

Neu begonnen wurden folgende 6 Um- bezw. Erweiterungsbauten, von denen 5 sich lediglich auf die Erneuerung von Thürmen erstreckten:

1. An der evangelischen Kirche in Kutten (II) wurde ein durchgreifender Umbau vorgenommen. Anschlagss. 15500 ℳ.

2. An der katholischen Kirche in Pogutken (III) wurde der Thurm mit einer neuen in Holz hergestellten und mit deutschem Schiefer auf Schalung nach deutscher Art eingedeckten Spitze versehen. Anschlagss. 13800 ℳ (294,4 ℳ f. d. qm und 46,0 ℳ f. d. cbm).

3. Die Kirche in Französisch Buchholz (VI) erhielt an Stelle des baufälligen Dachreiters einen neuen massiven und mit Schiefer abgedeckten Thurm. Derselbe ist an der südlichen Ecke des Lang- und Querschiffes angebaut und vermittelt nunmehr durch eine Sandsteintreppe den Zugang zur Orgel-Empore. Anschlagss. 11500 ℳ (748,21 ℳ f. d. qm und 47,72 ℳ f. d. cbm).

4. An der Kirche in Liepen (VIII) wurde statt des alten durch Blitzstrahl entzündeten und eingeäscherten Thurmes aus Fachwerk ein neuer massiver Thurm aufgeführt, die beiden unteren Geschosse aus gesprengten Feldsteinen, die beiden oberen aus Ziegelsteinen, und zwar der Kirche entsprechend in gothischen Formen. Die 14 m hohe Spitze wird in Holz hergestellt und mit Schiefer eingedeckt. Anschlagss. 13000 ℳ (510,00 ℳ f. d. qm und 33,63 ℳ f. d. cbm).

5. Die Thurmspitze der evangelischen Kirche in Ohlau (XIII), welche durch Blitz und Sturm zerstört war, wurde in der Weise wiederhergestellt, dafs das oberste Geschofs in Ziegelrohbau und gothischen Formen aufgeführt und mit einem achtseitigen, hölzernen und mit Schiefer gedeckten Helm bekrönt wurde. Anschlagss. 28500 ℳ (479,86 ℳ f. d. qm, und 24,32 ℳ f. d. cbm).

6. Die Kirche in Bothfeld (XIII) hat, an Stelle des alten abgebrochenen, einen neuen Thurm aus Bruchstein mit Hausteinecken erhalten; die Spitze desselben ist in Holz hergestellt und mit Schiefer auf Schalung abgedeckt. Anschlagss. 10500 ℳ (621,00 ℳ f. d. qm und 32,80 ℳ f. d. cbm).

c) Wiederherstellungsbauten.

1. Die Kirche in Zorndorf (VII) wurde einer Wiederherstellung unterzogen und mit einem neuen Thurm versehen. Das untere Stockwerk desselben konnte im Kern erhalten werden und ist äufserlich mit Ziegeln verblendet, die oberen Stockwerke sind in Ziegelrohbau ausgeführt. Der Helm, in Holz errichtet, hat ein deutsches Schieferdach erhalten. Anschlagss. 15800 ℳ.

2. Der Wiederherstellungsbau der ehemaligen Abteikirche in Werden (XXXII) begann mit der Beseitigung der alten, das vermauerte Westfenster verdeckenden Orgel. Das Fenster ist in den Leibungen und dem Mafswerk aus Obernkirchener Sandstein hergestellt. Im Westthurme sind die nöthigen Arbeiten zur Aufnahme der bisher im Dachraume des Vierungsthurmes untergebrachten Glocken ausgeführt. Auch sind daselbst in dem Glockengeschofs die acht einfachen Fenster als Schallöffnungen in gekuppelte Rundbogenfenster umgewandelt. Anschlagssumme 155900 ℳ.

II. Pfarrhäuser.

An Pfarreibauten befanden sich 31 (gegen 42 im Vorjahre) in der Ausführung. Von denselben wurden 13 früher begonnene zu Ende geführt, während das Pfarrhaus in Grofs-Woltersdorf (VI) noch unvollendet blieb. Unter den 17 neu begonnenen Bauausführungen befanden sich 11 Wohngebäude, 1 ganzes Gehöft, 3 Stallgebäude und 2 Scheunen. Von diesen wurden 6 Bauten im selben Jahre noch vollendet, während die Vollendung der übrigen für das folgende Jahr in Aussicht genommen wurde. Die 12 Wohngebäude auf den Pfarreien sind sämtlich massiv in Ziegelrohbau ausgeführt, 7 erhielten ein Schieferdach, 4 wurden mit Biberschwänzen als Kronendach und 1 mit Dachpfannen eingedeckt.

Die Baukosten betragen für ein Pfarrhaus nach den Anschlägen zwischen 15000 ℳ (Poln. Cezzin IV) und 28500 ℳ (Sulzbach XXX), f. d. qm bebauter Grundfläche zwischen 73,10 ℳ (Grünheide II) und 169,40 ℳ (Sulzbach XXX) und f. d. cbm

Gebäudeinhalt zwischen 9,70 ℳ (Dieskau XVII) und 16,61 ℳ (Sulzbach XXX). Die Durchschnittskosten stellten sich für ein Pfarrhaus auf 20930 ℳ, f. d. qm bebauter Grundfläche auf 94,83 ℳ und f. d. cbm Gebäudeinhalt auf 13,66 ℳ.

Beigegeben werden zwei Grundrifsformen:



1. des Pfarrwohnhauses der katholischen Pfarre in Poln. Cezzin (IV). Das Erdgeschofs enthält die Wohnung des Pfarrers (*w*), das Zimmer der Haushälterin (*h*), die Gesindestube (*g*), die Küche (*k*) und die Speisekammer (*s*). Im überwölbten Kellergeschosse befinden sich Wasch- und Plättraum, Backofen und Aufbewahrungsräume. Im Dachgeschosse ist eine Stube für den Vicar und eine Fremdenstube untergebracht;



2. des Pfarrwohnhauses in Dieskau (XVII). Dasselbe enthält Kellergeschofs und 2 Stockwerke, im ersteren die Wirthschaftsräume. Das Erdgeschofs umfafst 2 Wohnzimmer (*w*), das Confirmandenzimmer (*c*), die Gesindestube (*g*), die Küche (*k*) und die Speisekammer (*s*). Im oberen Stockwerk liegen über *c* und *w* Wohn- und Schlafzimmer, über *k* und *s* das Studirzimmer und über *g* ein Fremdenzimmer.

III. Elementarschulen.

Von den 32 Elementarschulbauten, welche sich im Jahre 1886 in der Ausführung befanden (gegen 35 im Vorjahre), wurden 11 früher begonnene beendet, die übrigen 21 Bauten neu begonnen und von diesen 7 im selben Jahre zu Ende geführt, sowie zum Theil auch abgerechnet.

Unter den 21 neu begonnenen Bauausführungen befanden sich 10 ganze Gehöfte, während 11 Bauten sich lediglich auf Schulhäuser bezogen. Sämtliche Schulhäuser wurden massiv und mit Ausnahme eines, welches äufseren Verputz erhalten hat, in Ziegelrohbau ausgeführt; 19 davon erhielten Ziegelkronendach, eines wurde mit Pfannen und eines mit Falzziegeln eingedeckt. Die Kosten eines Schulhauses schwankten zwischen 10000 ℳ (Schmerzke VI) und 21510 ℳ (Kuklinow XI), f. d. qm bebauter Grundfläche zwischen 50,00 ℳ (Grofs-Dallenthin XI) und 115,00 ℳ (Bischofferode XVIII), f. d. cbm Gebäudeinhalt zwischen 10,92 ℳ (Grofs-Dallenthin XI) und 19,00 ℳ (Bilewo XI) und für ein Schulkind zwischen 72,81 ℳ (Grofs-Dallenthin XI) und 153,83 ℳ (Lisse XI). Die Durchschnittskosten stellten sich für ein Schulhaus auf 13398 ℳ, f. d. qm bebauter Grundfläche auf 74,11 ℳ, f. d. cbm Gebäudeinhalt auf 14,51 ℳ und für ein Schulkind auf 122,75 ℳ. Die Zahl der Kinder betrug zwischen 70 (Markgrafpiescke VI) und 185 (Kalisch III).



Anschliefsen möge sich der Grundrifs des Schulhauses in Kalisch (III), welches im Erdgeschofs 2 Klassen und die Wohnung eines verheiratheteten Lehrers, im Dachgeschofs die Wohnung für den zweiten Lehrer enthält.

IV. Gymnasien und Realschulen.

Gebäude dieser Gattung befanden sich 6 (gegen 8 im Vorjahre) in der Ausführung; hiervon wurden 2 zu Ende geführt und eines neu begonnen. Unvollendet blieben drei:

1. die Aula des König Wilhelm-Gymnasiums in Königsberg (I), welche bis auf die Malerarbeiten fertig gestellt wurde;

2. das König Wilhelm-Gymnasium in Stettin (VIII), welches im Rohbau vollendet und unter Dach gebracht wurde;

3. das staatliche Gymnasium in Frankfurt a/M. (XXX), mit dessen innerem Ausbau man begonnen hatte.

Neu angefangen wurde nur der Neubau des Gymnasiums in Neufs (XXXII). Dasselbe wird auf dem freien Platze an der Kreuzung der Breitestrafse (Hauptfront) und der verlängerten Canalstrafse errichtet. Hinter dem Gebäude



befindet sich der Spielplatz, auf welchem die Turnhalle erbaut werden soll. In dem beigestellten Grundrisse des Erdgeschosses bezeichnen *p*, *k* und *s* die Wohnung des Schulwarts, *b* das Sammlungszimmer und *kl* (sieben) Klassen. Im ersten Stockwerk liegt über *k*, *p*, *b* und einem Theile der Halle die Aula, ferner enthält dasselbe noch drei Klassen, sowie Bibliothekzimmer und Wohnung für den Director. Die Gebäudeansichten zeigen die Formen deutscher Renaissance. Für die Gesimse, Fenster und Thüreinfassungen, sowie für die sonstigen Verzierungen kommt heller Sandstein, für die Flächen ein mattrother Verblendziegel zur Verwendung. Das steile Dach wird mit deutschem Schiefer auf Schalung in deutscher Art eingedeckt. Die Keller, sämtliche Flure und Treppenhäuser sowie die Aula werden überwölbt. Die Erwärmung der Klassenräume erfolgt durch Regulirfüllöfen mit Lüftungseinrichtung, die der Aula durch eine Warmluftheizung. Das Gebäude soll zum Unterricht für 495 Schüler dienen. Anschlagss. 253000 ℳ (269,17 ℳ f. d. qm, 15,78 ℳ f. d. cbm und 511,11 ℳ f. einen Schüler).

V. Erziehungsanstalten.

Wie im Vorjahre sind von hierher gehörigen Ausführungen nur zwei Umbauten zu nennen, von denen der Umbau des Schlosses in Wabern (XXIX) im vorigen Jahre begonnen und im Jahre 1886 bis auf einige noch ausstehende Malerarbeiten fertig gestellt wurde.

Neu begonnen wurde mit dem Umbau erworbener Häuser zu einer Erziehungs- und Besserungsanstalt in Conradshammer (III). Im Hauptgebäude nimmt das Kellergeschofs die Wirthschaftsräume auf, im Erdgeschosse liegen 2 Werkstätten und 2 Säle für je 20 Zöglinge zum Tagesaufenthalt. Das erste Stockwerk enthält 2 gleiche Säle, 2 Schulzimmer, ein Zimmer für den Hülfslehrer und ein Krankenzimmer. Im zweiten Stockwerk werden 3 geräumige Schlafsäle eingerichtet. Die Gesamtanschlagss. von 29800 ℳ vertheilt sich auf das Hauptgebäude mit 14800 ℳ, auf das Wohnhaus der Oberbeamten mit 3000 ℳ, auf das Wohnhaus der Unterbeamten mit 5800 ℳ, auf ein Stallgebäude mit 700 ℳ, auf ein Abtrittsgebäude mit 3500 ℳ und auf Nebenanlagen mit 2000 ℳ.

VI. Seminarbauten.

Im Jahre 1886 befanden sich (gegen 10 im Vorjahre) 9 Seminarbauten in der Ausführung. Von diesen wurden 2 früher begonnene beendet; unvollendet blieben:

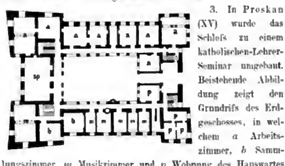
1. das Lehrerinnen-Seminar in Paderborn (XXVII), für welches noch die Ausführung des inneren Ausbaues erübrigte, und

2. das Lehrerinnen-Seminar in Saarburg (XXXIV), für welches nur noch einige Nach- und Nebenarbeiten herzustellen blieben.

Neu begonnen wurden 5 Seminarbauten, von denen der nachfolgend zuerst genannte auch beendet wurde:

1. Bei dem Umbau des alten Klassengebäudes in Petershagen (XXVII) zu Wohnräumen für 60 Seminaristen wurde auf das alte Gebäude, welches ein Kellergeschofs, Erdgeschofs und ein Stockwerk enthielt, noch ein zweites Stockwerk von 3,7 m Höhe aufgesetzt und dieses zu Schlafsälen eingerichtet. In der Mitte des Gebäudes wurde eine massive Steintreppe eingebaut. Anschlagssumme 33000 ℳ.

2. Der Umbau des Seminares in Osterode (I) besteht im wesentlichen in der Neuherstellung der westlichen Frontwände des Hauptgebäudes, Einsetzen von Granit-Sohlbänken in sämtliche Fenster, Oelanstrich der Ansichten, Neubeschaffung von 16 inneren Thüren und 40 Doppelfenstern, sowie in der Einrichtung von Musikzimmern im Dachboden, Ausbesserung der Fufsböden usw. Anschlagssumme 73000 ℳ.



3. In Proskau (XV) wurde das Schlofs zu einem katholischen-Lehrer-Seminar umgebaut. Beistehende Abbildung zeigt den Grundrifs des Erdgeschosses, in welchem *a* Arbeitszimmer, *b* Sammlungszimmer, *m* Musikzimmer und *p* Wohnung des Hauswartes bezeichnet. Anschlagssumme 14300 ℳ.

4. Das Seminar in Osterburg (XVI) wurde durch einen Anbau erweitert. Ein hochgeführter Treppenthurm vermittelt die Verbindung des Hauptgebäudes mit dem Erweiterungsbau sowie die Stockwerksunterschiede. Anschlagssumme 107900 ℳ (182,26 ℳ f. d. qm und 11,72 ℳ f. d. cbm).

5. Der Neubau des Seminares in Siegburg (XXXIII) besteht in einem Gebäude von 46,77 m Länge und 17,34 m Tiefe, welches aufser einem überwölbten Kellergeschofs ein Erdgeschofs und zwei Stockwerke enthält. Es ist massiv aus Feldbrandziegeln, mit äufserer Verblendung von gelben Thonsteinen und Gesimsen von Werksteinen, ausgeführt und mit Schiefer eingedeckt. Die Heizung erfolgt durch eiserne Oefen. In dem



beistehenden Grundrifs des Erdgeschosses bedeutet *b* Sammlungszimmer, *p* Hauswart, *kl* Klassenzimmer, *m* Musikzimmer, *w* Lehrerwohnung. Anschlagssumme 160000 ℳ (182,9 ℳ f. d. qm und 12,66 ℳ f. d. cbm).

Aufserdem sind 23000 ℳ (71,83 ℳ f. d. qm und 10,37 ℳ f. d. cbm) für eine Turnhalle veranschlagt.

VII. Turnhallen.

An Turnhallen-Bauten befanden sich 3 neu begonnene in der Ausführung:

1. Die Turnhalle für das Seminar in Peiskretscham (XV), welche im selben Jahre vollendet wurde. Das Gebäude ist auf dem Turnplatze parallel zum Seminargebäude massiv in Ziegelrohbau errichtet und mit Pappe eingedeckt. Anschlagss. 20500 ℳ (75,13 ℳ f. d. qm, 10,88 ℳ f. d. cbm und 410,00 ℳ für einen Turner).

2. Die Turnhalle für das Gymnasium in Colberg (IX). Dieselbe mufste auf Senkkasten etwa 5 m tief gegründet werden. Sie ist ein Ziegelrohbau unter Holzcementdach. Anschlagss. 18500 ℳ (72,00 ℳ f. d. qm, 9,4 f. d. cbm und 370,00 ℳ f. einen Turner), wovon 6500 ℳ auf die künstliche Gründung entfallen. Für Geräthe sind aufserdem noch 2500 ℳ veranschlagt.

3. Die Turnhalle für das Seminar in Osterburg (XVI) Diese ist auf dem Turnplatze, welcher sich an das Seminargehöft anschliefst, massiv in Ziegelrohbau unter Schieferdach erbaut und auf einer 1 m hohen Sandbettung gegründet. Zur Einfassung der Fenster und Nischen sind Formsteine verwendet. Anschlagssumme 15900 ℳ (59,56 ℳ f. d. qm, 10,27 ℳ f. d. cbm und 318,00 ℳ für einen Turner).

VIII. Universitätsbauten.

Gebäude dieser Gattung befanden sich 22 (gegen 15 des Vorjahres) in der Ausführung. Von denselben sind 8 schon früher angefangene zu Ende geführt, 9 neu begonnen worden. Unvollendet blieben:

1. das physicalische Institut in Königberg i. P. (I), welches zum 1. April 1887 in Benutzung genommen werden sollte;

2. das chemische Laboratorium der vorgenannten Universität, für welches noch der innere Ausbau herzustellen blieb;

3. der Umbau des grofsen Universitätsgebäudes in Greifswald (X), von dem der Mittelflügel im Rohbau vollendet wurde;

4. das physiologische Institut der Universität in Marburg (XXIX), welches zum gröfsten Theile im Mauerwerk bis zum Hauptgesims hochgeführt, zum Theil unter Dach gebracht wurde;

5. die Regelung der Umgebung der klinischen Anstalten der Universität in Bonn (XXXIII).

Neu begonnen wurden:

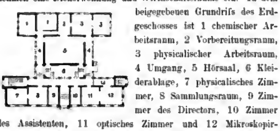
a) Neubauten.

1. Das Obductionshaus der Universitäts-Frauenklinik in Berlin (V), welches sich an den östlichen Giebel des an der Ziegelstrafse gelegenen Hauptgebäudes der Universitäts-Frauenklinik anschliefst und diesem entsprechend einen Ziegelrohbau mit Verblendung von rothen und gelben Siegersdorfer Ziegeln unter Verwendung von gleichen Formsteinen darstellt. Es enthält in gleicher Höhe mit dem Strafsenpflaster ein durchweg überwölbtes Kellergeschofs, dessen Anordnung sich aus der nebenstehenden Grundrifszeichnung ergiebt; in derselben bedeutet 1 Aufbahrungsraum, 2 Leichenkeller, 3 Waschraum, 4 Raum für die pathologisch-anatomische Sammlung und 5 Dienerzimmer.

Im ersten Stockwerk liegt über 2 und 3 der Secirsaal, über 4 die mikroskopische Sammlung und über 5 ein Arztzimmer. Das zweite Stockwerk umfafst einen Mikroskopiersaal und zwei Untersuchungszimmer. Wegen des erst in gröfserer Tiefe vorhandenen guten Baugrundes ist das Gebäude auf einer 0,66 m starken, mit Eisen verankerten Beton-

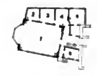
schicht gegründet. Anschlagssumme 54 000 ℳ (198,50 ℳ f. d. qm und 19,12 ℳ f. d. cbm).

2. Das physiologische Institut der Universität in Greifswald (X), ebenfalls ein Ziegelrohbau, welcher zum Theil mit Schiefer in deutscher Art eingedeckt ist, zum Theil ein Holzcementdach erhalten hat. Es enthält Kellergeschofs, Erdgeschofs und der Vorderbau ein oberes Stockwerk. Das Kellergeschofs nehmen eine Dienerwohnung und Wirthschaftsräume ein. In dem



beigegebenen Grundrifs des Erdgeschosses ist 1 chemischer Arbeitsraum, 2 Vorbereitungsraum, 3 physicalischer Arbeitsraum, 4 Umgang, 5 Hörsaal, 6 Kleiderablage, 7 physicalisches Zimmer, 8 Sammlungsraum, 9 Zimmer des Directors, 10 Zimmer des Assistenten, 11 optisches Zimmer und 12 Mikroskopirzimmer. Ueber 6 bis 12 liegt die Dienstwohnung des Directors. Anschlagssumme 161200 ℳ (198,95 ℳ f. d. qm und 18,94 ℳ f. d. cbm). Ferner sind 19400 ℳ für die innere Einrichtung und 9 750 ℳ für Nebenanlagen veranschlagt.

3. Die Operationsbaracke für die chirurgische Universitätsklinik in Breslau (XIII). Dieselbe schliefst sich unmittelbar an die Südwestfront des Pulvermacherschen Krankenhauses an, in welchem sich zur Zeit die Klinik befindet. Sie ist ein eingeschossiger Ziegelfachwerksbau, mit Pappbedachung. In dem



beigefügten Grundplane bezeichnet 1 Operationssaal, 2 Warteraum für Zuhörer, 3 Sammlungsraum, 4 Ablegeraum für operirte Kranke, 5 Zimmer des Directors bezw. Privat-Operationszimmer und 6 Zimmer für den Diener. Anschlagssumme 30 000 ℳ (99,00 ℳ f. d. qm und 20,65 ℳ f. d. cbm).

4. Die chirurgische Klinik der Universität in Göttingen (XXI), auf einem im Norden der Stadt gelegenen freien Platze im Zusammenhange mit den übrigen klinischen Bauten errichtet. Die Ausführung erfolgt in einfachem Ziegelrohbau mit Sandsteingesimsen. Der Mittelbau, welcher ein Kellergeschofs, Erdgeschofs und oberes Stockwerk erhält, wird mit Schiefer eingedeckt, während die nur in zwei überwölbten Geschossen angelegten beiden Flügelbauten ein Holzcementdach haben. Im Mittelbau enthält der Keller eine Dienerwohnung sowie Räume für Verwaltungszwecke, das Erdgeschofs Krankenräume und das obere Stockwerk Räume für die Poliklinik und den Unterricht, sowie die erforderlichen Räume für Aerzte und Wärter. Die beiden Flügelbauten enthalten nur Krankenräume und Wärterzimmer. Die Erwärmung erfolgt durch eine Sammelheizung. Im ganzen. sollen 100 Betten Platz finden. Anschlagssumme 511000 ℳ (214.00 ℳ f. d. qm, 18,13 ℳ f. d. cbm und 5110 ℳ f. ein Bett). Für Nebenanlagen sind aufserdem noch 33 000 ℳ veranschlagt.

5. Das pathologische Institut der Universisät in Marburg (XXIX), welches auf einem an der Rosenstrafse gelegenen Grundstücke hinter dem chemischen Laboratorium und der Augenklinik errichtet wird. Es ist in frühgothischer Bauart ein Ziegelrohbau mit mäfsiger Verwendung von Sandstein, unter einem deutschem Schieferdach aufgeführt. Anschlagssumme 180 000 ℳ

b) Umbauten und Erweiterungsbauten.

1. An dem Universitätsgebäude in Königsberg (I) wurde die Dachbrüstung beseitigt und die alte schadhaft gewordene Gesimsabdeckung durch eine neue von Granitplatten ersetzt. Ferner wurden die Abfallrohre erneuert und eine neue Drainage- und Entwässerungsanlage hergestellt. Anschlagss. 61 000 ℳ

2. Der Anbau eines Hörsaales an das Hauptgebäude der Gebäranstalt der Universität in Kiel (XIX) kam in der Weise zur Ausführung, dafs ein früherer Abortraum als Zugangsflur vom Hauptgebäude und eine alte Theeküche als Eingangsflur für die Studirenden hergerichtet wurden. Der ganz unterkellerte eingeschossige Anbau ist ein einfacher Ziegelrohbau unter einem Holzcementdach. Der Hörsaal erhält Terrazzo-Fufsboden und soll durch eiserne Mantelöfen erwärmt werden. Anschlagss. 11700 ℳ (121,00 ℳ f. d. qm und 18,00 ℳ f. d. cbm). Aufserdem sind noch 800 ℳ für den Umbau der angrenzenden Räume des Hauptgebäudes veranschlagt.

3. Das alte Aulagebäude der Universität in Marburg (XXIX) wurde abgebrochen und durch einen auf 51 770 ℳ veranschlagten Neubau ersetzt.

4. Bei dem Umbau des alten Gymnasialgebäudes in Göttingen (XXI) für Zwecke eines physiologischen Institutes konnten nur die Umfassungswände sowie die Dachbalkenlage und der Dachverband stehen bleiben, bezw. wieder benutzt werden, sämtliche Innenwände dagegen wurden neu aufgeführt. Aufser dem bisherigen Haupteingange an der Burgstrafse wurde noch am Wilhelmsplatze für die Studirenden ein besonderer Zugang geschaffen und daselbst ein neues Treppenhaus angelegt. Der Putz der Aufsenflächen ist zum Theil erneuert und die Fenster sind mit Sandstein eingefafst worden. Die Erwärmung sämtlicher Räume erfolgt mittels Oefen. Anschlagss. 61 000 ℳ Aufserdem sind noch veranschlagt 13152 ℳ für die innere Einrichtung und 2148 ℳ für Stallungen und Nebenanlagen.

IX. Gebäude für wissenschaftliche und künstlerische Institute bezw. Sammlungen.

Von hierher gehörigen Bauten befanden sich 10 im Jahre 1886 (gegen 12 des Vorjahres) in der Ausführung. Vier früher angefangene wurden zu Ende geführt, zwei blieben unvollendet und vier wurden neu begonnen. Unvollendet blieben:

1. das Museum für Völkerkunde in Berlin (V), für welches noch die Regelung der Umgebungen sowie die Einrichtung einer elektrischen Beleuchtung erübrigte;

2. das naturhistorische Museum in Berlin (V), bei welchem die gesamte Eindeckung beendet, die massiven Decken und Fufsböden ausgeführt und die Putzarbeiten im wesentlichen fertig gestellt wurden.

Neu begonnen wurden:

1. Der Neubau des botanischen Museums und des pflanzenphysiologischen Instituts in Breslau (XIII). Dasselbe wird in dem botanischen Garten an der Kleinen Domstrafse in einfachem Backsteinrohbau errichtet und erhält Kellergeschofs, Erdgeschofs und zwei Stockwerke. Das Kellergeschofs nimmt zwei Unterbeamten-Wohnungen und die Räume für die Sammelheizung auf, das Erdgeschofs enthält die Wohnung des Garteninspectors sowie Räume für den botanischen Garten, während die botanischen Sammlungen im ersten Stockwerk aufgestellt werden und

das pflanzenphysiologische Institut das zweite Stockwerk einnimmt. Sämtliche Räume des Gebäudes werden mit feuerfesten Decken versehen. Für die Erwärmung ist eine Luftheizungs-Anlage vorgesehen. Von der Gesamtanschlagssumme von 196800 ℳ entfallen auf das Gebäude 179000 ℳ (245,90 ℳ f. d. qm und 13,75 ℳ f. d. cbm), 17100 ℳ auf die Nebenanlagen und 700 ℳ auf Abbruchsarbeiten.

2. Im botanischen Garten in Kiel (XIX) wurden ein Pflanzenhaus, ein Vermehrungshaus und die Aufsenanlagen neu hergestellt. Das Pflanzenhaus umfafst je ein grofses und ein kleines Kalt- und Warmhaus. Als Heizanlage ist Warmwasserheizung gewählt; aufserdem wird zur Entwicklung von Dampf für die Befeuchtung der Luft noch eine Niederdruck-Dampfheizung angelegt. Anschlagss. 82000 ℳ (124,00 ℳ f. d. qm und 23,1 ℳ f. d. cbm). Das Vermehrungshaus mit den Frühbeethäusern schliefst sich unmittelbar an das Pflanzenhaus an und ist auf 11757 ℳ veranschlagt. Für die Herstellung der Aufsenanlagen sind 66000 ℳ vorgesehen.

3. Der Neubau des Staatsarchivgebäudes in Münster (XXVI). Die Anlage besteht aus zwei Hauptheilen, dem Geschäftshause und dem eigentlichen Archivgebäude, welche durch einen Zwischenbau mit einander verbunden sind. Die Ansichtsflächen zeigen die Formen deutscher Renaissance; Gesimse, Fenster- und Thürumrahmungen, Giebelabdeckungen und Bekrönungen werden aus Sandstein hergestellt, die Flächen dagegen mit dunkelrothen Ziegeln verblendet. Die Dächer, deren Gerippe ganz aus Eisen besteht, werden mit Schiefer eingedeckt. Sämtliche Decken und Treppen werden durchaus feuersicher ausgeführt. Das Geschäftshaus enthält ein Kellergeschofs, Erdgeschofs und I. Stockwerk. Im Erdgeschofs befindet sich die Wohnung des Archivdieners und das Botenzimmer, während im I. Stockwerk die Geschäftsräume und das Lesezimmer angeordnet sind. Das Archivgebäude, welches über einem Kellergeschofs fünf niedrige Stockwerke zeigt, dient ausschliefslich zur Unterbringung von Archivalien. Die Erwärmung der Räume soll durch eine Warmwasserheizung erfolgen. Da der Bauplatz über dem ehemaligen mit Bauschutt verfüllten Stadtgraben liegt, wurde eine Gründung auf Sandschüttung erforderlich. Von der Gesamtanschlagssumme von 187000 ℳ entfallen auf das Hauptgebäude 165500 ℳ (326,40 ℳ f. d. qm und 21,50 ℳ f. d. cbm), 13500 ℳ auf die Sandschüttung und 8000 ℳ auf die Nebenanlagen.

4. In Göttingen (XXI) wurde die Sternwarte einem Umbau unterzogen. Der Mittelbau enthält einen mittleren Kuppelbau und zwei seitlich angrenzende Beobachtungsräume. Die vorhandene nicht drehbare Kuppel soll beseitigt und an Stelle derselben eine neue drehbare beschafft werden. Ferner sollen die Dächer der Beobachtungsräume mit Holzcementbedachung versehen werden. Die Neubeschaffung eines Heliometers ist angeordnet. Anschlagss. für den Umbau des Gebäudes 62500 ℳ, für die Nebenanlagen 4500 ℳ und für Instrumente 36000 ℳ, zusammen 103000 ℳ.

X. Technische Lehranstalten, Akademien und Fachschulen.

Von den Bauten dieser Art, zwei an der Zahl (gegen 3 im Vorjahre) wurde der bereits früher begonnene zu Ende geführt. Neu begonnen wurde nur der Neubau einer Navigationsvorschule in Westrhauderfehn (XXV).

(Schlufs folgt.)

Verzeichnifs der im preufsischen Staate und bei Behörden des deutschen Reiches angestellten Baubeamten.

(Am 1. December 1887.)

I. Im Ressort des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten.

Verwaltung der Eisenbahn-Angelegenheiten und des Land- und Wasser-Bauwesens.

A. Bei Central-Behörden.

Beim Ministerium.

Hr. Schneider, Ober-Bau- und Ministerial-Director der technischen Abtheilung für die Staats-Eisenbahnen.

a) Vortragende Räthe.

Hr. Schönfelder, Ober-Baudirector.
- Herrmann, desgl.
- Siegert, Geheimer Ober-Baurath.
- Schwedler, desgl.
- Baensch, desgl.
- Franz, desgl.
- Dieckhoff, desgl.
- Wiebe, desgl.
- Oberbeck, desgl.
- Hagen, desgl.
- Grüttefien, desgl.
- Adler, desgl.

Hr. Käll, Geheimer Ober-Baurath.
- Schröder, desgl.
- Kozlowski, desgl.
- Stambke, desgl.
- Endell, Geheimer Baurath.
- Nath, desgl.
- Jungnickel, desgl.
- Dresel, desgl.
- Lange, desgl.
- Tolle, Geheimer Regierungsrath } technische Hülfsarbeiter.
- von Tiedemann, desgl. }

b) Im technischen Bureau der Abtheilung für die Eisenbahn-Angelegenheiten.

Hr. Ehlert, Regierungs- und Baurath, Vorsteher des Bureaus.
- Claus, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Hontemüller, desgl.

Hr. May, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Fritze, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Thelen, desgl.

c) Im technischen Bureau der Abtheilung für das Bauwesen.

Hr. Sarrazin, Regierungs- und Baurath.
- Thiele, Baurath.

Hr. Hinkeldeyn, Land-Bauinspector, Vorsteher (auftrw.)
- L. Böttger I., Land-Bauinspector.
- Nitka, desgl.
- Bohn, desgl. (beurlaubt).
- Meyer, Wasser-Bauinspector.
- P. Böttger II., Land-Bauinspector.
- Wiethoff, desgl.
- Claussen, Wasser-Bauinspector.
- Kieschke, Land-Bauinspector.

B. Bei dem Eisenbahn-Commissariat in Berlin.

Hr. Benson, Geheimer Ober-Regierungsrath.

Hr. Koschel, Regierungs- und Baurath.

C. Bei den Königlichen Eisenbahn-Directionen.

1. Eisenbahn-Direction in Berlin.

Hr. Wex, Präsident.
- Krancke, Ober-Baurath, Abtheilungs-Dirigent.
- Grapow, Geheimer Regierungsrath, Mitglied der Direction.
- Rock, desgl. desgl.
- Bachmann, desgl. desgl.
- Hasse, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Werchan, Eisenbahn-Director, desgl.
- Wichert, desgl. desgl.
- Sattig, Regierungs- und Baurath.
- Haafsengier, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Becker, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Piernay, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Kühne, desgl.
- Schrey, Eisenbahn-Bauinspector.
- Lamfried, Eisenbahn-Maschineninspector in Halensee.
- Palmié, desgl. in Stargard.
- Garbe, desgl. in Berlin.
- Liedel, desgl. in Frankfurt a/O.
- Wolf, desgl. in Greifswald.
- Sobtzick, desgl. in Eberswalde.
- Götze, desgl. in Breslau.
- Wagner, desgl. in Lauban.
- Haas, Eisenbahn-Bauinspector in Guben.

Betriebsamt Berlin (Berlin-Sommerfeld).

Hr. von Schütz, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Nowack, desgl.
- Weiss, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Roth, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Frankfurt a/O.
- Mehrtens, desgl. desgl.

Betriebsamt Berlin (Stadt- u. Ringbahn).

Hr. Taeger, Regierungs- und Baurath.
- Housselle, desgl.
- Schwartz, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Courtois, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Grapow, Eisenbahn- Bau- und Betriebsinspector.

Betriebsamt Stralsund.

Hr. Klose, Regierungs- und Baurath.
- Michaelis, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Goos, desgl.
- Kirsten, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Schüler, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Schröder, desgl. in Berlin.

Betriebsamt Breslau (Breslau-Sommerfeld).

Hr. Schulze, Regierungs- und Baurath.
- Bartels, desgl. (beurlaubt).
- Massalsky, Baurath.

Hr. Vogel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- König, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Kieckhoefer, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Liegnitz.

Betriebsamt Breslau (Breslau-Halbstadt).

Hr. Monscheuer, Regierungs- und Baurath.
- Rebentisch, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Wüstnei, Eisenbahn-Bauinspector
- Sartig, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Liegnitz.

Betriebsamt Görlitz.

Hr. Garcke, Regierungs- und Baurath.
- Wollanke, desgl.
- Suck, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Gantzer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Cramer, desgl. in Hirschberg.
- Bothe, desgl. in Waldenburg.

Betriebsamt Stettin (Berlin-Stettin).

Hr. Blanck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Jacobi, desgl.
- Stösger, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Heinrich, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Wiegand, desgl. in Freienwalde.
- Bathmann, desgl. in Berlin.

Betriebsamt Stettin (Stettin-Stralsund).

Hr. Lademann, Regierungs- und Baurath.
- Wolff (Leopold), desgl.
- Lüken, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Rosenkranz, Eisenbahn-Bauinspector.
- von Bogusławski, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Lorentz, desgl. in Greifswald.

Betriebsamt Berlin (Berlin-Dresden).

Hr. Fischer, Regierungs- und Baurath.
- Lutterbeck, Eisenbahn-Maschineninspector.

Betriebsamt Cottbus.

Hr. Wagemann, Regierungs- und Baurath.
- Sprenger, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Kuntze, Eisenbahn-Bauinspector.
- Wetz, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Rieken, desgl. in Berlin.

Betriebsamt Guben.

Hr. Büttner, Regierungs- und Baurath.
- Klemann, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Bansen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Züllichau.
- Plate, desgl. in Schwiebus.

2. Eisenbahn-Direction in Bromberg.

Hr. Schmeitzer, Ober-Baurath, Abtheilungs-Dirigent.
- Suche, Regierungs- und Baurath, desgl. (auftrw.)
- Graef, Eisenbahn-Director, Mitglied der Direction.
- Giese, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Baumert, desgl. desgl.
- Ramm, Eisenbahn-Director, desgl.
- Bauer, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Reuter, desgl. desgl.
- Bachmann, Regierungs- und Baurath.
- Niemann, Baurath.
- Rohrmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Doepke, desgl.
- Holzheuer, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Mertz, desgl.
- Storbeck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Bergmann, Land-Bauinspector.
- Klövekorn, Eisenbahn-Maschineninspector in Bromberg.
- Bellach, desgl. in Königsberg.
- Rustemeyer, desgl. in Berlin.
- Pfützenreuter, Eisenbahn-Bauinspector in Ponarth.

Betriebsamt Berlin.

Hr. Rasch, Regierungs- und Baurath.
- Dr. zur Nieden, desgl.
- Müller (Karl), Eisenbahn-Maschineninspector.
- Hoffmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Stuertz, desgl. in Landsberg.

Betriebsamt Bromberg.

Hr. Blumberg, Regierungs- und Baurath.
- Siehr, desgl.
- Naud, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Franck, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Doerenberger, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Schulte, desgl. in Graudenz.

Betriebsamt Danzig.

Hr. Wolff (Adolf), Regierungs- und Baurath.
- Darup, desgl.
- Stephan, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Multhaupt, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Braune, desgl. in Elbing.
- Francke (Adolf), desgl. in Dirschau.

Betriebsamt Königsberg.

Hr. Rupertus, Regierungs- und Baurath.
- Sperl, desgl.
- Buchholtz, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Merseburger, Eisenbahn-Bauinspector.
- Lincke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Tilsit.
- Dunaj, desgl. in Lyck.

Betriebsamt Thorn.

Hr. Kahle, Regierungs- und Baurath.
- Grofsmann, desgl.
- Bockshammer, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Boyson, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Graudenz.
- Paffen, desgl. in Osterode.

Betriebsamt Schneidemühl.

Hr. Vieregge, Regierungs- und Baurath.
- Balthasar, Baurath.
- Vofskühler, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Sauer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Coulmann, desgl. in Conitz.

Betriebsamt Stettin.

Hr. Richter, Regierungs- und Baurath (beurlaubt).
- Mohr (Georg), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Schnebel, desgl. in Stargard.
- Stiebler, Eisenbahn-Maschineninspector in Stolp.
- Ritter, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector daselbst.

Betriebsamt Stolp.

Hr. Nahrath, Regierungs- und Baurath.
- Schultz, desgl.
- Stempel, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Löhr, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Neustettin.

Betriebsamt Allenstein.

Hr. Reps, Regierungs- und Baurath.
- Röhner, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Scheihko, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Fuchs, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Tacke, desgl. in Insterburg.

Betriebsamt Posen.

Hr. Kricheldorff, Regierungs- und Baurath.
- Frankenfeld, desgl.
- Oertel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Prins, desgl. in Inowrazlaw.

3. Eisenbahn-Direction in Hannover.

Hr. Durlach, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
- Früh, Geheimer Regierungsrath, Mitglied der Direction.
- Rampoldt, desgl. desgl.
- Buchholtz, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Tacke, Eisenbahn-Director, desgl.
- Busse, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Uhlenhuth, Eisenbahn-Director, desgl.
- Leuchtenberg, Regierungs- und Baurath.
- Hellwig, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Führ, Eisenbahn-Maschineninspector.
- du Plat, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Schwering, desgl.
- Dieckhaut, Eisenbahn-Maschineninspector in Cassel.
- Thiele, desgl. in Leinhausen.
- Schneemann, desgl. daselbst.
- Trapp, desgl. in Göttingen.
- Müller (Wilh.), desgl. in Paderborn.
- Castell, desgl. in Minden.
- von Borries, Eisenbahn-Bauinspector in Leinhausen.

Betriebsamt Hannover (Hannover-Rheine).

Hr. Maret, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Köster, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Herzog, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Bremer, desgl.
- Schmiedt, Baurath in Minden.
- Arndt, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Osnabrück.
- Wollanke, desgl. in Hamm.

Betriebsamt Hannover (Hannover-Altenbeken).

Hr. Beckmann, Regierungs- und Baurath.
- Göring, desgl.
- Boedecker, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Schellenberg, desgl. in Hameln.

Betriebsamt Paderborn.

Hr. Schulenburg, Regierungs- und Baurath.
- Koch, desgl.
- George, Baurath.
- Tilly, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Sarrazin, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Betriebsamt Harburg.

Hr. Melchiors, Regierungs- und Baurath.
- Lobach, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Diefenbach, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Sauerwein, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Müller (Johannes), desgl. in Uelzen.

Betriebsamt Cassel (Hannover-Cassel).

Hr. Wilde, Regierungs- und Baurath.
- Sobeczko, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Reusing, desgl.
- Veckrodt, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Fischer (August), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Hannover.

Betriebsamt Cassel (Main-Weser-Bahn).

Hr. Uthemann, Regierungs- und Baurath.
- Förster, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Werres, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Beckmann, desgl.
- Heyl, Baurath, in Frankfurt a/M.
- Schwamborn, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Marburg.

Betriebsamt Bremen.

Hr. Scheuch, Baurath.
- Bischof, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Bachrecke, desgl.
- Wiesner, desgl.
- Dege, Eisenbahn-Maschineninspector.

4. Eisenbahn-Direction in Frankfurt a/M.

Hr. Vogel, Ober-Baurath, Abtheilungs-Dirigent.
- Sebaldt, Regierungs- und Baurath (beurlaubt).
- Böttcher, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Direction.
- Heckmann, Eisenbahn-Director, desgl.
- Porsch, Regierungs- und Baurath desgl.
- Hottenrott, desgl.
- Kirsten, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Velde, desgl.
- König (Josef), desgl.
- Fischer, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Hanke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Riese, desgl.
- Jung, Eisenbahn-Maschineninspector in Limburg.
- Oestreich, desgl. in Fulda.
- Olfenius, desgl. in Halle a/S.

Betriebsamt Frankfurt a/M.

Hr. Kneche, Regierungs- und Baurath.
- Schmidt, desgl.
- Schmitz, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Wolff, desgl.
- Siegel, Eisenbahn-Bauinspector.
- Bücking, Baurath in Fulda.
- Seliger, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Göttingen.

Betriebsamt Nordhausen.

Hr. Ballauff, Regierungs- und Baurath.
- Gudden, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Franke (Ernst), desgl.
- Holzapfel, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Danziger, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- König (Rudolf), desgl. in Eschwege.
- Busse, desgl. in Halle a/S.

Betriebsamt Wiesbaden.

Hr. Hilf, Geheimer Regierungsrath.
- Usener, Baurath.
- Wagner, desgl.
- Zickler, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Neuschäfer, Ober-Maschinenmeister.
- Alken, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Frederking, desgl. in Limburg.

Betriebsamt Berlin.

Hr. Stock, Regierungs- und Baurath.
- Ritter, Baurath.
- Callam, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Richard, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Schmidt (Hermann), desgl. in Hettstedt.

5. Eisenbahn-Direction in Magdeburg.

Hr. Leeffler, Präsident.
- Spielhagen, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
- Hardt, Geheimer Regierungsrath, Mitglied der Direction.
- Schubert, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Büte, Eisenbahn-Director, desgl.
- Skalweit, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Landgrebe, Eisenbahn-Director, desgl.
- Hassenkamp, Regierungs- und Baurath, desgl. (auftrw.)
- Neitzke, desgl.
- Eggert, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Erdmann, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Farwick, desgl.
- Crüger, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Albert, desgl.
- Turner, Eisenbahn-Maschineninspector in Potsdam.
- Brünjes, desgl. in Stendal.
- Thomas, desgl. in Buckau.
- Vocke, desgl. in Berlin.
- Harsleben, desgl. in Braunschweig.
- Rimrott, Eisenbahn-Bauinspector in Halberstadt.

Betriebsamt Berlin (Berlin-Lehrte).

Hr. Illing, Regierungs- und Baurath.
- Masberg, desgl.
- Rehbein, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Schumacher, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Schmedes, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Neuenfeldt, desgl. in Stendal.

Betriebsamt Berlin (Berlin-Magdeburg).

Hr. Schneider, Regierungs- und Baurath.
- Beil, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Meyer (August), Eisenbahn-Maschineninspector.
- Mackenthun, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Schucht, Baurath in Brandenburg.

Betriebsamt Magdeburg (Wittenberg-Leipzig).

Hr. Urban, Regierungs- und Baurath.
- Knebel, desgl.
- Kern, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Meyer (Robert), Eisenbahn-Maschineninspector.
- Bede, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Müller (Arthur), desgl.
- Mackensen (Wilh.), desgl.
- Nitschmann, desgl. in Halle a/S.
- Peltz, Land-Bauinspector daselbst.

Betriebsamt Magdeburg (Magdeburg-Halberstadt).

Hr. Seick, Regierungs- und Baurath.
- Schwedler (Friedrich), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Schlemm, desgl.
- Schmidt (Friedrich Karl), desgl.
- Wilhelm, Eisenbahn-Bauinspector.

Betriebsamt Halberstadt.

Hr. Theune, Regierungs- und Baurath.
- Ziegler, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Schunck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Henning, desgl.

Betriebsamt Braunschweig.

Hr. Stornke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Menadier, desgl.
- Fuldner, desgl.
- Steigertahl, desgl.
- Kolbe, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Peters, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Seesen.

6. Eisenbahn-Direction in Köln (linksrheinisch).

Hr. Lohse, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
- Dircksen, desgl. desgl.
- Rüppell, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Direction.
- von Gabain, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Siegert, Eisenbahn-Director, desgl.
- Jüttner, Regierungs- und Baurath.
- Gehlen, desgl.
- Semler, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Jaehns, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Kohn, desgl.
- Schürmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Rohde, Eisenbahn-Maschineninspector in Crefeld.
- Woytt, desgl. in Nippes.
- Schlesinger, desgl. daselbst.
- Oehlert, desgl. daselbst.
- Wenig (Karl), desgl. in Saarbrücken.

Betriebsamt Trier.

Hr. de Nerée, Regierungs- und Baurath.
- Schäfer, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Müller (Eduard), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Blum, desgl.
- Hacke, desgl.

Betriebsamt Coblenz.

Hr. Altenloh, Regierungs- und Baurath.
- Wachenfeld, Baurath.
- Schreinert, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Heimann, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Viereck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Bonn.

Betriebsamt Köln (linksrheinisch).

Hr. Dieckmann, Regierungs- und Baurath.
- Braun, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Wessel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Rennen, desgl.
- Westphal, Baurath in Euskirchen.

Betriebsamt Crefeld.

Hr. v. d. Sandt, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Homburg, desgl.
- Kunz, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Hagen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Cleve.

Betriebsamt Saarbrücken.

Hr. Bormann, Regierungs- und Baurath.
- Usener, desgl.
- Loycke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Könen, desgl.
- Hirsch, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Daub, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Zeh, Baurath in Creuznach.

Betriebsamt Aachen.

Hr. Dulk, Regierungs- und Baurath.
- Hentsch, desgl.
- Rücker, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Loschand, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Rettberg, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Berthold, desgl. in M.-Gladbach.

7. Eisenbahn-Direction in Köln (rechtsrheinisch).

Hr. Jaedicke, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
- Rumschoettel, Regierungs- u. Baurath, Mitglied der Direction.
- Girscher, Eisenbahn-Director, desgl.
- Spoerer, desgl. desgl.
- Schilling, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Bessert-Nettelbeck, desgl. desgl.
- Kottenhoff, desgl. desgl.
- Meifsner, desgl.
- Kluge, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Esser, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Schmitz (Gustav), desgl.
- Pohlmeyer, Eisenbahn-Director in Dortmund.
- Sürth, Baurath daselbst.
- Kohler, Eisenbahn-Maschineninspector in Osnabrück.
- Boecker, desgl. in Oberhausen.
- Monjé, desgl. in Speldorf.
- Hummell, desgl. in Lingen.
- Claassen, desgl. in Betzdorf.
- Ingenohl, desgl. in Deutz.
- Schiffers, desgl. in Deutzerfeld.
- Bobertag, Eisenbahn-Bauinspector in Dortmund.

Betriebsamt Münster (Münster-Emden).

Hr. Buchholtz, Regierungs- und Baurath.
- Haarbeck, desgl.
- Arndts, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Höbel, desgl.
- Seeliger, desgl.
- Wilhelmi, Eisenbahn-Bauinspector.
- Vofs, Baurath in Emden.
- Herold, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Norden.

Betriebsamt Münster (Wanne-Bremen).

Hr. van den Bergh, Regierungs- und Baurath.
- Lueder, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- von Flotow, desgl.
- Friedrichsen, desgl.
- Böhme, desgl. in Osnabrück.

Betriebsamt Dortmund.

Hr. Zillefsen, Regierungs- und Baurath.
- Janssen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Attorn, gen. Othegraven, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Caspar, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Ulrich, desgl.
- Stölting, desgl. in Hamm.

Betriebsamt Essen.

Hr. Grünhagen, Regierungs- und Baurath.
- Bronnhausen, Baurath.
- Pilger, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Bönisch, desgl.
- Koch, desgl.
- Vollrath, desgl.
- Goldkuhle, desgl.

Betriebsamt Düsseldorf.

Hr. Ruland, Regierungs- und Baurath.
- Totz, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Schmitz (Karl), Eisenbahn-Maschineninspector.
- Staggemeyer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Meisel, desgl. in Wesel.

Betriebsamt Wesel.

Hr. von Geldern, Regierungs- und Baurath.
- Heis, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Fauk, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Schmidt (Rudolf), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Burgsteinfurt.

Betriebsamt Köln.

Hr. Behrend, Regierungs- und Baurath.
- Paul, desgl.
- Reichmann, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Mackensen (Ernst), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Altstaedt, desgl.
- Thomsen, desgl. in Wetzlar.

Betriebsamt Neuwied.

Hr. Menne, Regierungs- und Baurath.
- Lange, desgl.
- Richter, Baurath.
- Hövel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Meyen, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Dr. Brünler, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Limburg.

8. Eisenbahn-Direction in Elberfeld.

Hr. Brandhoff, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
- Quensell, Geheimer Regierungsrath, Mitglied der Direction.
- Mechelen, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Lex, desgl. desgl.
- Finckbein, Eisenbahn-Director, desgl.
- Delmes, Regierungs- und Baurath.
- Fischbach, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Hesse, Eisenbahn-Maschineninspector (tritt am 1. 1. 88 in den Ruhestand).
- Clausnitzer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Hesse (August), desgl.
- Nöh, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Rumschöttel, desgl. (beurlaubt).
- Wittmann, desgl. in Arnsberg.
- Schmidt, desgl. in Witten.
- Müller (Gustav), desgl. daselbst.
- Köhler, desgl. daselbst.
- Eichacker, desgl. in Siegen.
- Rofskothen, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinsp. in Düsseldorf.
- Steeckel, Eisenbahn-Maschineninspector in Langenberg.
- Schachert, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Barmen.
- Mayr, Eisenbahn-Bauinspector in Elberfeld.
- Mohr (Julius), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Kirchen.

Betriebsamt Düsseldorf.

Hr. Siewert, Baurath.
- Brewitt, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Keller, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Brökelmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Goepel, desgl.
- von den Bercken, desgl. in Lennep.
- Lottmann, desgl. in Elberfeld.

Betriebsamt Essen.

Hr. Janssen, Regierungs- und Baurath.
- Berendt, Baurath.
- Awater, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Kohlmann, desgl.
- Sprengell, desgl.

Betriebsamt Cassel.

Hr. Tobien, Regierungs- und Baurath.
- Eibach, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Kiene, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Hahn, desgl. in Warburg.
- Ehrenberg, desgl. in Arnsberg.

Betriebsamt Altena.

Hr. Otto, Regierungs- und Baurath.
- Rump, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Werner, desgl.
- Philippi, desgl. in Siegen.

Betriebsamt Hagen.

Hr. von Rutkowski, Regierungs- und Baurath.
- Schmidts, desgl.
- Bechtel, Baurath.
- Bartels, desgl.
- Eversheim, desgl.
- Schmidt, Eisenbahn-Bauinspector.

9. Eisenbahn-Direction in Erfurt.

Hr. Quassowski, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
- Messow, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Direction.
- Wiedenfeld, desgl. desgl.
- Lochner, Eisenbahn-Director, desgl.
- Dato, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Diedrich, Eisenbahn-Director, desgl.
- Textor, Regierungs- und Baurath (scheidet am 1. 1. 88 aus dem Staatsdienste).
- Herk, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Kistenmacher, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Kiepenheuer, desgl.
- Meyer (James), Eisenbahn-Maschineninspector in Gotha.
- Schröter, desgl. in Cottbus.
- Schwahn, desgl. in Tempelhof.
- Langbein, desgl. in Erfurt.

Betriebsamt Cassel.

Hr. Hinüber, Regierungs- und Baurath.
- Allmenröder, desgl.
- Urban, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Hinrichs, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Betriebsamt Erfurt.

Hr. Schwarzenberg, Baurath.
- Claudius, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Geitel, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Schwedler (Gustav), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Höft, desgl. in Arnstadt.

Betriebsamt Weifsenfels.

Hr. Lütteken, Regierungs- und Baurath.
- Wenderoth, Baurath.
- Brettmann, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Bens, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Zinkeisen, desgl. in Leipzig.

Betriebsamt Berlin.

Hr. Magnus, Baurath.
- Hennig, Eisenbahn-Director.
- Lantzendörffer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Kollo, desgl.
- Clemens, Baurath in Wittenberg.
- Gestewitz, desgl. in Leipzig.

Betriebsamt Dessau.

Hr. Murray, Regierungs- und Baurath.
- Bollmann, Baurath.
- Zeyfs, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Fischer (Julius), desgl.
- Wenig (Robert), Eisenbahn-Maschineninspector.
- Horwicz, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Hoyerswerda.

Betriebsamt Halle a/S.

Hr. Kessel, Regierungs- und Baurath.
- Abraham, desgl.
- Ahrendts, Eisenbahn-Bauinspector.
- Blumenthal, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

10. Eisenbahn-Direction in Breslau.

Hr. Grotefend, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
- Schwahe, Geheimer Regierungsrath, Mitglied der Direction.
- Grimmer, Eisenbahn-Director, desgl.
- Schmitt, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Bender, desgl. desgl.
- Jordan, desgl. desgl.
- Mentzel, desgl.
- Piosseck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Mohn, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Bindemann, desgl.
- Hirsekorn, desgl. in Breslau.
- Schiwon, desgl. daselbst.
- Traeder, desgl. in Posen.
- Hessenmüller, desgl. in Breslau.

Betriebsamt Breslau (Brieg-Lissa).

Hr. Grofse, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Gabriel, desgl.
- Eberle, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Doulin, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Betriebsamt Breslau (Breslau-Tarnowitz).

Hr. Naumann, Regierungs- und Baurath.
- Sellin, Baurath.
- Stratemeyer, desgl.
- Fuhrberg, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Tarnowitz.

Betriebsamt Glogau.

Hr. Gutmann, Regierungs- und Baurath.
- Beyer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Klopsch, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Reimer, Baurath in Stettin.

Betriebsamt Oppeln.

Hr. Wernich, Regierungs- und Baurath.
- Schaper, desgl.
- Dr. Mecklenburg, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Betriebsamt Lissa.

Hr. Pauly, Regierungs- und Baurath.
- Büscher, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Fein, desgl.

Betriebsamt Kattowitz.

Hr. Stegmann, Geheimer Regierungsrath.
- Neumann, Regierungs- und Baurath.
- Kolszewski, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Brauer, desgl.
- Brosius, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Gottstein, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Beuthen O/S.

Betriebsamt Ratibor.

Hr. Schröder, Regierungs- und Baurath.
- Reck, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Urban, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Betriebsamt Posen.

Hr. Kielhorn, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Buddenberg, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Treibich, desgl.
- Thewalt, desgl.

Betriebsamt Neifse.

Hr. Taeglichsbeck, Regierungs- und Baurath.
- Mappes, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Müller (Paul), desgl.
- Augustin, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Sugg, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Glünder, Baurath in Glatz.

11. Eisenbahn-Direction in Altona.

Hr. Tellkampf, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
- Wegener, Eisenbahn-Director, Mitglied der Direction.
- Krause, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Kuppisch, Eisenbahn-Maschineninspector, desgl. (auftrw.)
- Ulrich, desgl.
- Passauer, desgl.
- Caesar, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Haafs, desgl.
- Schneider, Eisenbahn-Maschineninspector in Neumünster.
- Reimann, desgl. in Wittenberge (tritt am 1. 1. 88 in den Ruhestand).
- Walter, desgl. in Berlin.
- Fenkner, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Pritzwalk.
- Rizor, Eisenbahn-Bauinspector in Wittenberge.

Betriebsamt Berlin.

Hr. Eilert, Regierungs- und Baurath.
- Schneider, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Maercker, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Kühnert, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Wittenberge.

Betriebsamt Hamburg.

Hr. Jungbecker, Regierungs- und Baurath.
- Kärger, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Brandt, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Hesse (Robert), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Betriebsamt Kiel.

Hr. Müller, Regierungs- und Baurath.
- Reuter, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Ullrich, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Schmidt (Theodor), desgl.

Betriebsamt Flensburg.

Hr. Petersen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Reinert, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Fieck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

12. Main-Neckar-Bahn.

Hr. Cordes, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Frankfurt a. M.

D. Bei Provincial-Verwaltungs-Behörden.

1. Regierung in Königsberg in Pr.

Hr. Zastrau, Regierungs- und Baurath in Königsberg.
- Natus, desgl. daselbst.
- Hellwig, desgl. daselbst.
- Schmarsow, Kreis-Bauinspector in Neidenburg.
- Dempwolff, Baurath, Hafen-Bauinspector in Memel.
- Friedrich, Baurath, Kreis-Bauinspector in Braunsberg.
- Ihne, desgl. in Königsberg (Ldkr. Fischhausen).
- Cartellieri, Baurath, desgl. in Allenstein.
- Kasko, desgl. desgl. in Bartenstein.
- Schütte, desgl. desgl. in Rastenburg.
- Siebert, desgl. desgl. in Königsberg (Stadtkreis I).
- Osseat, desgl. desgl. in Ortelsburg.
- Meyor, desgl. desgl. in Memel.
- Funck, desgl. desgl. in Königsberg (Ldkr. Eylau).
- Rauch, Kreis-Bauinspector in Königsberg (Landkreis).
- Hoehne, desgl. in Rössel.
- Bessel-Lorck, Land-Bauinspector, (technischer Hülfsarbeiter) in Königsberg.
- Fuchs, Kreis-Bauinspector in Mohrungen.
- Gibelius, desgl. in Osterode O/Pr.
- Dapper, desgl. in Labiau.
- Mende, desgl. in Wehlau.
- Schierhorn, Hafen-Bauinspector in Pillau.
- vom Dahl, Bauinspector, (techn. Hülfsarbeiter) in Königsberg.
- Morgenstern, Wasser-Bauinsp. in Zölp bei Maldeuten O/Pr.
- Fechner, desgl. in Tapiau.
- Tieffenbach, comm. Kreis-Bauinspector in Königsberg (Stadtkreis II).

2. Regierung in Gumbinnen.

Hr. Dittmar, Regierungs- und Baurath in Gumbinnen.
- Kröhnke, comm. desgl. daselbst.
- Siehr, Baurath, Kreis-Bauinspector in Insterburg.
- Kapitzke, desgl. desgl. in Tilsit.
- Schlichting, Baurath, Wasser-Bauinspector daselbst.
- Dannenberg, desgl. Kreis-Bauinspector in Lyck.
- Ziolecki, desgl. in Johannisburg.
- Blankenburg, desgl. in Gumbinnen.
- Kellner, desgl. in Kaukehmen.
- Schoetensack, Wasser-Bauinspector in Kukerneese.
- Bluhm, Kreis-Bauinspector in Pillkallen.
- Marggraff, Kreis-Bauinspector in Angerburg.
- Scheurmann, desgl. in Sensburg.
- Voerkel, desgl. in Lötzen.
- Beckmann, desgl. in Ragnit.
- Hausmann, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Gumbinnen.
- Pellzäus, comm. Kreis-Bauinspector in Goldap.
- Baumgarth, Kreis-Bauinspector in Stallupönen.

3. Ober-Präsidium (Weichselstrom-Bauverwaltung) in Danzig.

Hr. Kozlowski, Regierungs- und Baurath, Strom-Baudirector in Danzig.
- Kischke, Baurath, Wasser-Bauinspector in Elbing.
- Barnick, desgl. desgl. in Marienwerder.
- Steinbick, desgl. desgl. in Danzig.
- Bauer, Wasser-Bauinspector in Culm.
- Görz, Wasser-Bauinspector und Stellvertreter des Strom-Baudirectors in Danzig.

4. Regierung in Danzig.

Hr. Ehrhardt, Regierungs- und Baurath in Danzig.
- Loenartz, desgl. daselbst.

Hr. von Schon, Baurath, Kreis-Bauinspector in Danzig.
- Passarge, desgl. desgl. in Elbing.
- Dittmar, Kreis-Bauinspector in Marienburg.
- Beckershaus, desgl. in Carthaus.
- Habermann, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Danzig.
- Kummer, Hafen-Bauinspector in Neufahrwasser.
- Mau, Kreis-Bauinspector in Berent.
- Siefer, desgl. in Neustadt W/Pr.
- Afsmann, comm. Kreis-Bauinspector in Pr. Stargard.

5. Regierung in Marienwerder.

Hr. Schmidt, Regierungs- und Baurath in Marienwerder.
- Freund, desgl. daselbst.
- Schmundt, Baurath, Kreis-Bauinspector in Graudenz.
- Elsafser, desgl. desgl. in Strasburg W./Pr.
- Koppen, Kreis-Bauinspector in Dt. Crone.
- Otto, desgl. in Conitz.
- Büttner, desgl. in Marienwerder.
- Dollenmaier, desgl. in Dt. Eylau.
- Klopsch, desgl. in Thorn.
- Schaupensteiner, desgl. in Schlochau.
- Wilcke, desgl. in Flatow.
- Biekmann, desgl. in Schwetz.
- Salzmann, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Marienwerder.

6. Ministerial-Bau-Commission in Berlin.

Hr. Keller, Regierungs- und Baurath.
- Emmerich, desgl.
- Haesecke, Bauinspector.
- Röhnisch, Baurath.
- Spitta, Bauinspector.
- Schulze, desgl.
- Klutmann, desgl.
- Kleinwächter, desgl.
- Ertmann, Wasser-Bauinspector.
- Germelmann, desgl.
- Oehmcke Land-Bauinspector } technische
- Eger, Wasser-Bauinspector } Hülfsarbeiter.

7. Polizei-Präsidium in Berlin.

Hr. Garbe, Regierungs- und Baurath in Berlin.
- Weber, desgl. daselbst.
- Badstübner, Baurath, Bauinspector, daselbst.
- Soenderop, desgl. desgl. daselbst.
- von Stuckrad, desgl. desgl. daselbst.
- Krause, desgl. desgl. daselbst.
- Tiemann, desgl. daselbst.
- Runge, desgl. in Charlottenburg.
- Launer, desgl. in Berlin.
- Froebel, desgl. daselbst.

8. Regierung in Potsdam.

Hr. Dieckhoff, Regierungs- und Baurath in Potsdam.
- Lorenz, desgl. daselbst.
- Werner, comm. desgl. daselbst.
- Rotmann, Baurath, Kreis-Bauinspector in Prenzlau.
- Koppen, desgl. in Berlin.
- Blaurock, Baurath, desgl. in Angermünde.
- Düsterhaupt, desgl. desgl. in Freienwalde a/O.
- Schuke, desgl. Wasser-Bauinspector in Rathenow.
- Thiem, desgl. desgl. in Eberswalde.
- Köhler, Baurath, Kreis-Bauinspector in Brandenburg a/H.
- Leiter, Wasser-Bauinspector, in Thiergartenschleuse bei Oranienburg.

Hr. Schönrock, Baurath, Kreis-Bauinspector in Berlin.
- Brunner, desgl. desgl. in Neu-Ruppin.
- Domeier, Kreis-Bauinspector in Beeskow.
- Reinckens, desgl. in Jüterbog.
- Bohl, Baurath, desgl. in Berlin.
- von Lancizolle, desgl. in Nauen.
- Toebe, desgl. in Perleberg.
- Rhenius, desgl. in Wittstock.
- Wiesel, Wasser-Bauinspector in Zehdenick.
- Müller, Karl, desgl. in Potsdam.
- Saal, Kreis-Bauinspector in Potsdam.
- Prentzel, desgl. in Templin.
- Krüger, Land-Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Potsdam.
- Thomas, Wasser-Bauinspector in Fürstenwalde, Spree.
- Borchers, desgl. (techn. Hülfsarbeiter) in Potsdam.

9. Regierung in Frankfurt a/O.

Hr. Schack, Geheimer Regierungsrath in Frankfurt a/O.
- von Merstein, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Pollack, Baurath, Kreis-Bauinspector in Sorau.
- Treuhaupt, desgl. Wasser-Bauinspector in Landsberg a/W.
- Petersen, desgl. Kreis-Bauinspector daselbst.
- Giebe, desgl. desgl. in Friedeberg N.-M.
- Müller, Louis, desgl. desgl. in Arnswalde.
- von Rutkowski, desgl. desgl. in Königsberg N.-M.
- Müller, August, Kreis-Bauinspector in Guben.
- Beutler, desgl. in Cottbus.
- Bertuch, desgl. in Frankfurt a/O.
- von Niederstetter, Land-Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Frankfurt a/O.
- Engisch, Kreis-Bauinspector in Züllichau.
- Mebus, desgl. in Zielenzig.
- Lipschitz, desgl. in Luckau.
- Nienburg, comm. Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Frankfurt a/O.

10. Regierung in Stettin.

Hr. Steinbrück, Regierungs- und Baurath in Stettin.
- Haupt, desgl. daselbst.
- Richrath, Baurath, Hafen-Bauinspector in Swinemünde.
- Alberti, Kreis-Bauinspector daselbst.
- Weizmann, Baurath, desgl. in Greifenhagen.
- Krone, desgl. in Anklam.
- Steinbrück, desgl. in Cammin.
- Jacob, desgl. in Demmin.
- Schlepps, desgl. in Greifenberg.
- Balthasar, desgl. in Stargard i/P.
- Mannsdorf, desgl. in Stettin.
- Hermann, Wasser-Bauinspector in Stettin.
- König, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Stettin.
- Johl, Kreis-Bauinspector in Naugard.

11. Regierung in Cöslin.

Hr. Döbbel, Regierungs- und Baurath in Cöslin.
- Benoit, desgl. daselbst.
- Kleefeld, Baurath, Kreis-Bauinspector in Neustettin.
- Jaeckel, desgl. desgl. in Stolp.
- Backe, desgl. in Dramburg.
- Naumann, desgl. desgl. in Cöslin.
- Anderson, Hafen-Bauinspector in Colbergermünde.
- Kosidowski, Kreis-Bauinspector in Belgard.
- Pfeiffer, desgl. in Schlawe.
- Thoemer, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Cöslin.
- Schwarze, comm. Kreis-Bauinspector in Lauenburg i/Pomm. (vom 1. 1. 88 ab).

12. Regierung in Stralsund.

Hr. Wellmann, Regierungs- und Baurath in Stralsund.
- Cramer, Baurath, Kreis-Bauinspector daselbst.
- Siber, desgl. Wasser-Bauinspector daselbst.
- Barth, desgl. Kreis-Bauinspector daselbst.
- Frölich, desgl. desgl. in Greifswald.

13. Regierung in Posen.

Hr. Koch, Geheimer Regierungsrath in Posen.
- Albrecht, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Schönenberg, Baurath, Kreis-Bauinspector in Poln. Lissa.
- Habermann, Wasser-Bauinspector in Posen.
- Hirt, Kreis-Bauinspector daselbst.
- Wronka, Baurath, Kreis-Bauinspector in Ostrowo.
- Helmeke, desgl. desgl. in Meseritz.
- Volkmann, Kreis-Bauinspector in Obornik.
- Stocks, desgl. in Samter.
- de Groote, desgl. in Wollstein.
- Grafsmann, desgl. in Rawitsch.
- Schulz, Joh., Wasser-Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Posen.
- Spanke, Kreis-Bauinspector in Krotoschin.
- Schulz, Paul, desgl. in Wreschen.
- Engelmeier, desgl. in Birnbaum.
- Hauptner, desgl. in Schrimm.

14. Regierung in Bromberg.

Hr. Reichert, Regierungs- und Baurath in Bromberg.
- Michaelis, desgl. daselbst.
- Herschenz, Baurath, Kreis-Bauinspector in Gnesen.
- Graeve, desgl. desgl. in Czarnikau.
- Küntzel, desgl. desgl. in Inowrazlaw.
- Heinrich, desgl. in Mogilno.
- Bauer, desgl. in Nakel.
- Muttray, desgl. in Bromberg.
- Wichgraf, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Bromberg.
- Teubert, Wasser-Bauinspector in Bromberg.
- Wagenschein, Kreis-Bauinspector in Schubin.
- Baske, desgl. in Wongrowitz.

15. Oberpräsidium (Oderstrom-Bauverwaltung) in Breslau.

Hr. Bader, Geheimer Regierungsrath, Strom-Baudirector in Breslau.
- Cramer, Baurath, Wasser-Bauinspector in Brieg.
- Orban, desgl. desgl. in Cüstrin.
- Müller, desgl. desgl. in Crossen a/O.
- N. N., Wasser-Bauinspector und Stellvertreter des Strom-Baudirectors in Breslau.
- Roeder, R., Wasser-Bauinspector in Ratibor.
- Brinkmann, desgl. in Steinau a/O.
- Bretting, desgl. in Glogau.
- Hamel, desgl. (technischer Hülfsarbeiter) in Breslau.

16. Regierung in Breslau.

Hr. Herr, Geheimer Regierungsrath in Breslau.
- Beyer, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Baumgart, Baurath, Kreis-Bauinspector in Glatz.
- Stephany, desgl. desgl. in Reichenbach.
- Knorr, desgl. desgl. in Breslau.
- Woas, Kreis-Bauinspector in Brieg.
- Hammer, Baurath, Kreis-Bauinspector in Schweidnitz.
- Reuter, desgl. desgl. in Strehlen.
- Berndt, Kreis-Bauinspector in Trebnitz.
- Lünzner, desgl. in Wohlau.
- Reiche, desgl. in Oels.
- Jonas, desgl. in Neumarkt.
- Weinbach, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Breslau.

17. Regierung in Liegnitz.

Hr. von Zschock, Geheimer Regierungsrath in Liegnitz.
- Fölsche, Baurath, (Hülfsarbeiter) in Liegnitz.
- Borchers, desgl. Kreis-Bauinspector in Sagan.
- Starke, desgl. in Görlitz.
- Schiller, Baurath, Kreis-Bauinspector in Bunzlau.
- Weinert, desgl. desgl. in Grünberg.
- Jahn, desgl. desgl. in Liegnitz.
- Memm, Kreis-Bauinspector in Landeshut.
- Jungfer, desgl. in Hirschberg.
- Schmitz, comm. desgl. in Hoyerswerda.

18. Regierung in Oppeln.

Hr. Laossig, Regierungs- und Baurath in Oppeln.
- Schattauer, desgl. daselbst.
- Rösener, Baurath, Kreis-Bauinspector in Neifse.
- Bachmann, desgl. desgl. in Oppeln.
- Staudingor, desgl. desgl. in Cosel.
- Schorn, desgl. in Ratibor.
- Holtzhausen, desgl. desgl. in Leobschütz.
- Roseck, desgl. in Carlsruh O/S.
- Becherer, desgl. in Rybnik.
- Moebius, desgl. in Gr. Strehlitz.
- Schalk, desgl. in Grottkau.
- Blau, desgl. in Beuthen O/S.
- Happo, desgl. in Kreuzburg.
- Posorn, desgl. in Plefs.
- Dittrich, Wasser-Bauinspector in Oppeln } techn.
- Baumert, comm. Land-Bauinspector daselbst } Hülfsarbeiter.
- Ritzel, comm. Kreis-Bauinspector in Neustadt O/S.
- Adank, desgl. in Oppeln.
- N. N. desgl. in Gleiwitz.

19. Ober-Präsidium (Elbstrom-Bauverwaltung) in Magdeburg.

Hr. Muyschel, Geheimer Regierungsrath, Strom-Baudirector in Magdeburg.
- Katz, Baurath, Wasser-Bauinspector in Lüneburg.
- Schramme, Baurath, desgl. (technischer Hülfsarbeiter) in Magdeburg.
- Maafs, desgl. desgl. in Magdeburg.
- Heyn, desgl. desgl. in Stendal.
- Groto, desgl. desgl. in Torgau.
- Bayer, desgl. Stellvertreter des Strom-Baudirectors in Magdeburg.
- Fischer, Wasser-Bauinspector in Wittenberge.
- Krebs, desgl. in Lauenburg a/E.

20. Regierung in Magdeburg.

Hr. Döltz, Regierungs- und Baurath in Magdeburg.
- Pralle, desgl. daselbst.
- Schüler, Baurath, Kreis-Bauinspector in Halberstadt.
- Fritze, desgl. desgl. in Magdeburg
- Kluge, desgl. desgl. in Genthin.
- Schlitte, desgl. desgl. in Quedlinburg.
- Reitsch, desgl. desgl. in Magdeburg.
- Gerlhoff, desgl. desgl. in Osterburg.
- Fiebelkorn, desgl. in Schönebeck.
- Meifsner, desgl. in Salzwedel.
- Schmidt, desgl. in Wolmirstedt.
- Varnhagen, desgl. in Halberstadt.
- Pitsch, desgl. in Wanzleben.
- Hellor, desgl. in Neuhaldensleben.
- Haake, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Magdeburg.

21. Regierung in Merseburg.

Hr. Beckor, Regierungs- und Baurath in Merseburg.
- Michaelis, desgl. daselbst.
- Pietsch, Baurath, Kreis-Bauinspector in Torgau.
- Werner, desgl. desgl. in Naumburg a/S.
- Kilburger, desgl. desgl. in Halle a/S.
- Boös, Wasser-Bauinspector in Naumburg a/S.
- Schröder, Baurath, Kreis-Bauinspector in Sangerhausen.
- Mathy, Wege-Bauinspector in Halle a/S.
- Thurmann, Kreis-Bauinspector in Wittenberg.
- Lucas, desgl. in Delitzsch.
- Brünecke, Wasser-Bauinspector in Halle a/S.
- Delius, Kreis-Bauinspector in Eisleben.
- Bastian, desgl. in Merseburg.
- Boltz, desgl. in Weifsenfels a/S.
- Biedormann, Wege-Bauinspector in Merseburg.
- Heeren, desgl. in Torgau.

Hr. Brinkmann, Land-Bauinspector in Merseburg. } techn.
- Gnuschke, Bauinspector daselbst. } Hülfsarbeiter.

22. Regierung in Erfurt.

Hr. Hesse, Regierungs- u. Baurath in Erfurt.
- Boetel, Baurath, Kreis-Bauinspector in Erfurt.
- Daomicke, Baurath, (techn. Hülfsarbeiter) in Erfurt.
- Hellor, desgl. Kreis-Bauinspector in Nordhausen.
- Linker, desgl. in Mühlhausen i/Thür.
- Boisner, desgl. in Heiligenstadt.
- Caspary, desgl. in Suhl.

23. Regierung in Schleswig.

Hr. Germer, Regierungs- und Baurath in Schleswig.
- Saadicaal, desgl. daselbst.
- Balzer, comm. desgl. daselbst.
- Nönchen, Baurath, Kreis-Bauinspector in Hadersleben.
- Edens, desgl. Wasser-Bauinspector in Rendsburg.
- Weinreich, desgl. desgl. in Husum.
- Friese, desgl. Kreis-Bauinspector in Kiel.
- Kröhnke, desgl. desgl. in Glückstadt.
- Troede, desgl. desgl. in Husum.
- Greve, desgl. desgl. in Altona.
- Heydorn, desgl. desgl. in Ploen.
- von Wickede, desgl. desgl. in Meldorf.
- Jensen, desgl. desgl. in Flensburg.
- Hotzen, desgl. in Schleswig.
- Frölich, Wasser-Bauinspector in Glückstadt.
- Münchhoff, Land-Bauinspector (techn. Hülfsarbeit.) in Schleswig.
- Reimers, Wasser-Bauinspector in Tönning.
- Bodon, desgl. (techn. Hülfsarbeiter) in Schleswig.
- Natorp, Kreis-Bauinspector in Oldesloe.

24. Regierung in Hannover.

Hr. Sasse, Regierungs- und Baurath in Hannover.
- Buhse, desgl. daselbst.
- Heye, Baurath, Wasser-Bauinspector in Hoya.
- Meyer, desgl. desgl. in Hameln.
- Hacker, desgl. Kreis-Bauinspector in Hannover.
- Rodde, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Hannover.
- Bergmann, Kreis-Bauinspector daselbst.
- Tophof, desgl. in Hameln.
- Tesmer, desgl. in Nienburg.
- Hensel, desgl. in Hannover.
- Lehmbeck, desgl. in Diepholz.

25. Regierung in Hildesheim.

Hr. Rumpf, Regierungs- und Baurath in Hildesheim.
- Cuno, desgl. daselbst.
- Praël, Baurath, Kreis-Bauinspector in Hildesheim.
- Koppen, desgl. desgl. in Einbeck.
- Westphal, desgl. desgl. in Clausthal.
- Wichmann, desgl. desgl. in Hildesheim.
- Freye, desgl. in Goslar.
- Wolff, desgl. in Osterode a/H.
- Gamper, desgl. in Göttingen.
- Schade, Wasser-Bauinspector in Hildesheim.
- Heimann, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Hildesheim.

26. Regierung in Lüneburg.

Hr. Höbel, Regierungs- und Baurath in Lüneburg.
- Heithaus, desgl. daselbst.
- Brünnecke, Baurath, Kreis-Bauinspector in Lüneburg.
- Fenkhausen, desgl. desgl. in Celle.
- Höbel, desgl. desgl. in Uelzen.
- Hartmann, desgl. desgl. in Walsrode.
- Röbbelen, Kreis-Bauinspector in Gifhorn.
- Junker, desgl. in Harburg.
- Lindemann, Kreis-Bauinspector in Hitzacker.
- Prowe, comm. Wasser-Bauinspector in Harburg.

27. Regierung in Stade.

Hr. Pampel, Regierungs- und Baurath in Stade.
- Hasenjäger, desgl. daselbst.
- Tolle, Baurath, Wasser-Bauinspector in Vegesack.
- Schaaf, desgl. desgl. in Stade.
- Valett, desgl. Kreis-Bauinspector in Buxtehude.
- Höbel, Baurath, Wasser-Bauinspector in Geestemünde.
- Schulz, desgl. Kreis-Bauinspector in Verden.
- Bertram, desgl. Wasser-Bauinspector daselbst.
- Schwägermann, desgl. Kreis-Bauinspector in Stade.
- Post, Kreis-Bauinspector in Neuhaus a/Oste.
- Beuck, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Stade.
- Hellwig, Kreis-Bauinspector in Geestemünde.

28. Regierung in Osnabrück.

Hr. Grahn, Regierungs- und Baurath in Osnabrück.
- Meyer, Baurath, Wasser-Bauinspector in Lingen.
- Haspelmath, desgl. Kreis-Bauinspector daselbst.
- Oppermann, desgl. Wasser-Bauinspector in Meppen.
- Reifsner, desgl. Kreis-Bauinspector in Osnabrück.
- Theune, desgl. desgl. daselbst.
- Ratjen, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) daselbst.

29. Regierung in Aurich.

Hr. Heidelberg, Regierungs- und Baurath in Aurich.
- Scholten, desgl. daselbst.
- Clauditz, Baurath, Wasser-Bauinspector in Leer.
- Wertens, Kreis-Bauinspector daselbst.
- Dr. Taaks, Baurath, Wasser-Bauinspector in Wittmund.
- Panse, desgl. desgl. in Norden.
- Dannenberg, desgl. in Emden.
- Breiderhoff, Kreis-Bauinspector in Norden.

30. Regierung in Münster.

Hr. Steinbeck, Regierungs- und Baurath in Münster.
- Quantz, Baurath, Kreis-Bauinspector daselbst.
- von Hülst, desgl. in Recklinghausen.
- Herborn, desgl. in Rheine.
- Schmitz, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Münster.
- Roeder, Franz, Wasser-Bauinspector in Hamm.
- Niermann, Kreis-Bauinspector in Münster.

31. Regierung in Minden.

Hr. Eitner, Regierungs- und Baurath in Minden.
- Winterstein, Baurath, Kreis-Bauinspector in Höxter.
- Cramer, desgl. desgl. in Bielefeld.
- Harhausen, desgl. desgl. in Herford.
- Biermann, desgl. in Paderborn.
- Saran, comm. Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Minden.

32. Regierung in Arnsberg.

Hr. Geifsler, Regierungs- und Baurath in Arnsberg.
- Haege, Baurath, Kreis-Bauinspector in Siegen.
- Haarmann, desgl. desgl. in Bochum.
- Westphal, desgl. desgl. in Soest.
- Genzmer, desgl. desgl. in Dortmund.
- Hammacher, Kreis-Bauinspector in Hagen.
- Carpe, desgl. in Brilon.
- Landgrebe, desgl. in Arnsberg.
- Annecke, Bauinspector (technischer Hülfsarbeiter) daselbst.

33. Regierung in Cassel.

Hr. Zeidler, Geheimer Regierungsrath in Cassel.
- von Schumann, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Neumann, desgl. daselbst.
- Kullmann, Baurath, Wasser-Bauinspector in Rinteln.
- Hoffmann, desgl. Kreis-Bauinspector in Fulda.
- Spangenberg, desgl. desgl. in Steinau.
- Schwartz, Baurath, Wasser-Bauinspector in Cassel.

Hr. Koppen, Julius, Baurath, Kreis-Bauinspector in Schmalkalden.
- Arnold, desgl. desgl. in Hanau.
- Knipping, desgl. desgl. in Rinteln.
- Schuchard, desgl. desgl. in Cassel.
- Pifsmann, desgl. desgl. in Melsungen.
- Bornmüller, Kreis-Bauinspector in Gelnhausen.
- Wurffbain, desgl. in Hersfeld (v. 1./1. 88 ab).
- Büchling, desgl. in Eschwege.
- Loebell, desgl. in Hofgeismar.
- von Lukomski, desgl. in Cassel.
- Weyer, Land-Bauinspector (Hülfsarb.) in Cassel.
- Rüppel, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Cassel.
- Wentzel, Kreis-Bauinspector in Marburg.
- Leithold, desgl. in Fritzlar.
- Beckmann, desgl. in Fulda.
- Lütcke, desgl. in Kirchhain.
- Rosskothen, desgl. in Frankenberg.
- von den Bercken, desgl. in Homberg.

34. Regierung in Wiesbaden.

Hr. Cremer, Regierungs- und Baurath in Wiesbaden.
- Cuno, desgl. daselbst.
- Wagner, Baurath, Kreis-Bauinspector in Frankfurt a M.
- Herrmann, desgl. desgl. in Geisenheim.
- Helbig, desgl. desgl. in Wiesbaden.
- Moritz, desgl. desgl. daselbst.
- Eckhardt, desgl. Wasser-Bauinspector in Frankfurt a M.
- Scheele, desgl. Kreis-Bauinspector in Dillenburg.
- Cramer, desgl. in Langen-Schwalbach.
- Spinn, desgl. in Weilburg.
- Holler, Baurath, desgl. in Homburg v/d. Höhe.
- Hilgers, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Wiesbaden.
- Hehl, Kreis-Bauinspector in Diez.
- Lauth, desgl. in Biedenkopf.
- Holtgreve, desgl. in Montabaur.
- Dr. von Ritgen, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Wiesbaden.
- Wolffram, Wasser-Bauinspector in Diez.

35. Ober-Präsidium (Rheinstrom-Bauverwaltung) in Coblenz.

Hr. Berring, Geh. Regierungsrath, Strom-Baudirector in Coblenz.
- Hartmann, Baurath, Wasser-Bauinspector in Düsseldorf.
- Demnitz, desgl. in Cöln a/Rh.
- von Dömming, desgl. (Stellvertreter des Strom-Baudirectors) in Coblenz.
- Kirch, Wasser-Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) daselbst.
- Rüsgen, desgl. daselbst.
- Beyer, desgl. in Wesel.

36. Regierung in Coblenz.

Hr. Kirchhoff, Regierungs- und Baurath in Coblenz.
- Möller, Baurath, Kreis-Bauinspector in Creuznach.
- Scheepers, Baurath, Kreis-Bauinspector in Wetzlar.
- Zweck, desgl. desgl. in Andernach.
- Henderichs, desgl. in Coblenz.
- Höffgen, Wasser-Bauinspector in Cochem a. Mosel.
- Kifs, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Coblenz.

37. Regierung in Düsseldorf.

Hr. Borggreve, Geheimer Regierungsrath in Düsseldorf.
- Lieber, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Denninghoff, desgl. daselbst.
- Barmann, Baurath, Kreis-Bauinspector in Elberfeld.
- Niedieck, desgl. desgl. in Essen.
- Radhoff, desgl. desgl. in Geldern.
- Möller, desgl. desgl. in Düsseldorf.
- Ewerding, desgl. in Crefeld.
- von Perbandt, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Düsseldorf.
- Hillenkamp, Kreis-Bauinspector in Wesel.
- Rohns, Wasser-Bauinspector in Ruhrort.

38. Regierung in Köln.

Hr. Gottgetreu, Geheimer Regierungsrath in Köln.
- Eschweiler, Baurath, Kreis-Bauinspector in Siegburg.
- Freyse, desgl. in Köln.
- Reinike, desgl. in Bonn.
- Kosbab, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Köln.

39. Regierung in Trier.

Hr. Seyffarth, Geheimer Regierungsrath in Trier.
- Heldberg, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Schönbrod, Baurath, Wasser-Bauinspector in Saarbrücken.
- Brauweiler, Baurath, Kreis-Bauinspector in Trier.
- Freudenberg, Baurath, desgl. in Berncastel.

Hr. Krebs, Kreis-Bauinspector in Trier.
- Treplin, Wasser-Bauinspector daselbst.
- Koch, Kreis-Bauinspector in Saarbrücken.

40. Regierung in Aachen.

Hr. Kruse, Regierungs- und Baurath in Aachen.
- Nachtigall, Baurath, Kreis-Bauinspector in Düren.
- Mergard, desgl. desgl. in Aachen.
- Friling, Kreis-Bauinspector in Burtscheid bei Aachen.
- Stoll, desgl. in Aachen.
- Spillner, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Aachen.

41. Regierung in Sigmaringen.

Hr. Laur, Regierungs- und Baurath in Sigmaringen.

Verwaltung für Berg-, Hütten- und Salinenwesen.

Hr. Gebauer, Geheimer Bergrath in Berlin.
- Neufang, Baurath, Bau- und Maschineninspector im Ober-Bergamts-District Bonn, in Saarbrücken.
- Dr. Langsdorf, Baurath, Bauinspector im Ober-Bergamts-District Clausthal, in Clausthal.
- Dumreicher, Baurath, Bau- und Maschineninspector im Ober-Bergamts-District Bonn, in Saarbrücken.

Hr. Buchmann, Baurath, Bauinspector im Ober-Bergamts-District Halle a/S., in Schönebeck bei Magdeburg.
- Braun, Bau- und Maschineninspector im Bezirk der Bergwerks-Direction Saarbrücken.
- Giesoke, Bauinspector im Ober-Bergamts-District Dortmund, in Osnabrück.
- Haselow, Bauinspector im Ober-Bergamts-District Breslau, in Gleiwitz.

II. Im Ressort anderer Ministerien und Behörden.

1. Beim Hofstaate Sr. Majestät des Kaisers u. Königs, beim Hofmarschallamte, beim Ministerium des Königlichen Hauses.

Hr. Persius, Hof-Architekt und Geheimer Regierungsrath in Berlin. (s. auch bei II. 2.)
- Tetens, Hof-Baurath in Berlin.
- Hofsfeld, Hof-Bauinspector daselbst.
- Bohne, desgl. in Potsdam.

Hr. Krüger, Hofkammer- und Baurath bei der Hofkammer der Königlichen Familiengüter, in Berlin.

Hr. Niermann, Hausfideicommifs-Baurath in Berlin.
- Haeberlin, Hof-Baurath in Potsdam.
- Knyrim, desgl. in Wilhelmshöhe bei Cassel.
- Geyer, Hof-Bauinspector in Berlin.

2. Beim Ministerium der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten und im Ressort desselben.

Hr. Spieker, Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.
- Persius, Geheimer Regierungsrath, Conservator der Kunstdenkmäler, in Berlin.
- Voigtel, Geheimer Regierungsrath, Dombaumeister in Cöln.
- Dr. Meydenbauer, Regierungs- und Baurath beim Ministerium in Berlin.
- Leopold, Baurath bei der Kloster-Verwaltung in Hannover.
- Hofmann, Land-Bauinspector und akademischer Baumeister in Greifswald.
- Merzenich, Land-Bauinspector, Architekt für die Königl. Museen in Berlin.

Hr. Bürckner, Land-Bauinspector im Ministerium in Berlin.
- Ditmar, desgl. daselbst.
- Weber, comm. Bauinspector, Zeichnenlehrer a. d. Landesschule in Pforta.

3. Beim Ministerium für Landwirthschaft, Domänen und Forsten.

Hr. Cornelius, Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.
- Kunisch, desgl. in Berlin.
- Reimann, Land-Bauinspector in Berlin.
- Runde, Baurath, Meliorations-Bauinspector in Kiel.
- Hefs, desgl. desgl. in Hannover.
- Schulemann, desgl. desgl. in Bromberg.
- Schönwald, desgl. desgl. in Cöslin.
- Schmidt, desgl. desgl. in Cassel.
- Gravenstein, desgl. desgl. in Düsseldorf.
- Köhler, desgl. in Potsdam.
- Wille, desgl. in Magdeburg.
- Fahl, desgl. in Danzig.
- von Münstermann, desgl. in Breslau.
- Nestor, desgl. in Trier.
- von Lancizolle, desgl. in Münster.
- Gerhardt, desgl. in Königsberg i/Pr.

4. Den diplomatischen Vertretungen im Auslande sind attachirt:

Hr. Pescheck, Wasser-Bauinspector in Paris.
- Küster, Land-Bauinspector in Rom.
- Volkmann, Wasser-Bauinspector in St. Petersburg.
- Thür, Land-Bauinspector in London.
- Bassel, Königl. Regierungs-Baumeister in Washington.

III. Bei besonderen Bauausführungen.

Hr. Fülscher, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Kaiserl. Canal-Baucommission in Kiel.
- Tiede, Baurath, leitet den Bau des naturhistorischen Museums in Berlin.
- Haeger, Baurath, beim Bau des Reichstagsgebäudes in Berlin.
- Mohr, Baurath, leitet den Bau des Oder-Spree-Canals in Fürstenwalde Spree.

Hr. Eggert, Land-Bauinspector, leitet den Bau des Kaiserpalastes in Strafsburg i. Els.
- Breymann, Land-Bauinspector, leitet die Universitätsbauten in Göttingen.
- Waldhausen, Land-Bauinspector, leitet die Universitätsbauten in Breslau.
- Kracht, Wasser-Bauinspector, bei den Rheinstrombauten, in Bonn.

Hr. Mütze, Wasser-Bauinspector, bei Rheinstrombauten, in Coblenz.
- Tolkmitt, Wasser-Bauinspector, beim Bau des Nord-Ostsee-Canals, in Kiel.
- Keller, Wasser-Bauinspector, beim Bau des Nord-Ostsee-Canals, in Brunsbüttel.
- Schröder, Land-Bauinspector, leitet den Restaurationsbau der Schlofskirche in Wittenberg.
- Bergmann, Land-Bauinspector, leitet den Neubau des Eisenbahn-Directionsgebäudes in Bromberg.
- Kayser, Wasser-Bauinspector, bei Elbstrombauten in Wittenberge.

Hr. Kuntze, Wasser-Bauinspector, bei dem Bau des Nord-Ostsee-Canals, in Kiel.
- Peltz, Land-Bauinspector, leitet den Neubau des Empfangsgebändes auf Bahnhof Halle a. S.
- Burczek, Wasser-Bauinspector, bei Elbstrombauten in Wittenberg.
- Löwe, Wasser-Bauinspector, bei den Warthe-Regulirungsbauten, in Landsberg a. W.
- Schultz, Herm., Wasser-Bauinspector, bei den Weichselstrombauten, in Kurzebrack bei Marienwerder.
- Gorgolewski, Land-Bauinspector, leitet die Universitätsbauten in Halle a. S.

IV. Im Ressort der Reichs-Verwaltung.

A. Im Ressort des Reichs-Amts des Innern.

Hr. Busse, Geheimer Regierungrath in Berlin.

B. Bei dem Reichs-Eisenbahn-Amt.

Hr. Streckert, Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.

Hr. Gimbel, Geheimer Regierungsrath in Berlin.
- E. Emmerich, desgl. daselbst.

C. Bei dem Reichsamte für die Verwaltung der Reichs-Eisenbahnen.

Hr. Kinel, Wirklicher Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.

Hr. Zimmermann, Dr., Regierungsrath in Berlin.

Bei den Reichseisenbahnen in Elsafs-Lothringen und der Wilhelm-Luxemburg-Eisenbahn.

a) bei der Betriebs-Verwaltung der Reichs-Eisenbahnen.

Hr. Cronau, Ober-Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
- Funke, desgl. desgl.
- Schübler, Geheimer Regierungsrath, Mitglied der Kaiserlichen General-Direction.
- Hering, Regierungsrath, desgl.
- Schieffer, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector, Hülfsarbeiter bei der Kaiserl. General-Direction; sämtl. in Strafsburg.
- Kecker, Eisenbahn-Betriebs-Director, in Metz.
- Büttner, desgl. Vorsteher des betriebstechnischen Büreaus in Strafsburg.
- Ostermeyer, desgl. daselbst.
- Steltzer, desgl. in Colmar.
- Coermann, desgl. in Mülhausen.
- Schröder, desgl. in Strafsburg.
- Kriesche, desgl. Vorsteher d. bautechnischen Bureaus in Strafsburg.
- Koeltze, desgl. in Saargemünd.
- Schneidt, desgl. Vorsteher des Materialienbureaus in Strafsburg.
- von Kietzell, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Hagenau.
- Pabst, desgl. in Strafsburg.

Hr. Schultz, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Schlettstadt.
- Wachenfeld, desgl. in Mülhausen.
- Ottmann, desgl. in Diedenhofen.
- Bennegger, desgl. in Colmar.
- Weltin, desgl. in Strafsburg.
- Dietrich, desgl. in Saarburg.
- Lachner, desgl. in Saargemünd.
- Strauch, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Mülhausen.
- Franken, desgl. in Metz.
- Rhode, desgl. daselbst.
- Bossert, desgl. in Saargemünd.
- Fetzer, desgl. daseldst.
- Laubenheimer, Dr., desgl. in Strafsburg.

b) bei der der Kaiserl. General-Direction der Eisenbahnen in Elsafs-Lothringen unterstellten Wilhelm-Luxemburg-Bahn.

Hr. de Bary, Eisenbahn-Betriebsdirector,
- Salentiny, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Graff, desgl.
- Mersch, Ingenieur, sämtlich in Luxemburg.

D. Bei der Reichs-Post- und Telegraphen-Verwaltung.

Hr. Kind, Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.
- Neumann, Post-Baurath in Erfurt.
- Arnold, desgl. in Karlsruhe i. Baden.
- Wolff, desgl. in Stettin.
- Cuno, desgl. in Frankfurt a. M.
- Nöring, desgl. in Königsberg i. Pr.
- Zopff, desgl. in Dresden.
- Tuckermann, desgl. in Berlin.
- Hindorf, desgl. in Köln (Rhein).
- Skalweit, desgl. in Hannover.
- Hegemann, desgl. in Arnsberg.

Hr. Kefsler, Post-Baurath in Berlin.
- Schmedding, desgl. in Breslau.
- Hake, desgl. in Hamburg.
- Perdisch, desgl. in Schwerin i. M.
- Kux, desgl. in Düsseldorf.
- Stüler, stellvertretender Post-Baurath in Berlin.
- Neumann, Post-Bauinspector in Berlin.
- Boettger, desgl. in Breslau.
- Techow, desgl. in Berlin.
- Hintze, desgl., zur Zeit stellvertretender Post-Baurath in Leipzig.

Hr. Busse, Geheimer Ober-Regierungsrath, Director der Reichsdruckerei in Berlin.

E. Bei dem preufsischen Kriegsministerium in Berlin und im Ressort desselben.

a) Ministerial-Bau-Abtheilung.

Hr. Afsmann, Geheimer Ober-Baurath. Abtheilungs-Chef.
- Voigtel, Geheimer Ober-Baurath.
- Bernhardt, Geheimer Baurath.
- Wedrig, Intendantur- und Baurath.
- Bandke, desgl.

Technische Hülfsarbeiter in der Ministerial-Bau-Abtheilung:

Hr. Köhne, Garnison-Bauinspector.
- Goebel, desgl.

b) Intendantur- u. Bauräthe und Garnison-Baubeamte.

1. Bei dem Garde-Corps.

Hr. Schönhals, Intendantur- und Baurath, in Berlin.
- Verworn, Garnison-Bauinspector daselbst.
- la Pierre, desgl. in Berlin.
- Pieper, desgl. in Potsdam.
- Böhm, desgl. in Berlin.
- Kahl, desgl. daselbst.

2. Bei dem I. Armee-Corps.

Hr. Bruhn, Intend.- und Baurath, in Königsberg i/Pr.
- Kienitz, Garnison-Bauinspector in Graudenz.
- Zacharias, desgl. in Insterburg.
- Bähcker, desgl. in Königsberg i/Pr.
- Stegmüller, desgl. in Danzig.
- Lehmann, desgl. in Allenstein.
- Allihn, desgl. in Königsberg i/Pr.
- Bagniewski, desgl. in Graudenz.

3. Bei dem II. Armee-Corps.

Hr. Gödeking, Intendantur- und Baurath, in Stettin.
- Bohrik, Garnison-Bauinspector, Baurath, in Colberg.
- Gerasch, Garnison-Bauinspector in Stralsund.
- Dublanski, desgl. in Thorn.
- Saigge, desgl. in Stettin.
- Koch, desgl. in Bromberg.

4. Bei dem III. Armee-Corps.

Hr. Boethke, Intendantur- u. Baurath, in Berlin.
- Spitzner, Garnison-Bauinspector in Frankfurt a/O.
- Arendt, desgl. in Berlin.
- Busse, desgl. daselbst.
- Dobber, desgl. in Spandau.
- Rofsteuscher, desgl. daselbst.
- Neumann, desgl. in Frankfurt a/O.

5. Bei dem IV. Armee-Corps.

Hr. Habbe, Intendantur- und Baurath in Magdeburg.
- Ullrich, Garnison-Bauinspector in Erfurt.
- v. Rosainski, desgl. in Wittenberg.
- Schneider I., desgl. in Halle a/S.
- v. Zychlinski, desgl. in Magdeburg.
- Grell, desgl. daselbst.

6. Bei dem V. Armee-Corps.

Hr. Schüfsler, Intendantur- u. Baurath in Posen.
- Kalkhof, Garnison-Bauinspector in Glogau.
- Schneider II., desgl. in Posen.
- Herzog, desgl. in Liegnitz.
- Bode, desgl. in Posen.

7. Bei dem VI. Armee-Corps.

Hr. Steuer, Intendantur- u. Baurath in Breslau.
- Brook, Garnison-Bauinspector in Gleiwitz.
- Zaar, desgl. in Breslau.
- Ahrendts, desgl. daselbst.
- Kahrstedt, desgl. in Neifse.

8. Bei dem VII. Armee-Corps.

Hr. Kühtze, Intendantur- u. Baurath in Münster.
- Veltman, Garnison-Bauinspector in Minden.
- Beyer, desgl. in Münster.
- Gabe, desgl. in Wesel.

9. Bei dem VIII. Armee-Corps.

Hr. Steinberg, Intendantur- u. Baurath in Coblenz.
- Goldmann, Garnison-Bauinspector, Baurath, daselbst.
- Hauck, desgl. desgl. in Cöln.
- Heckhoff, Garnison-Bauinspector in Trier.
- Thielen, desgl. in Deutz.

10. Bei dem IX. Armee-Corps.

Hr. von Sluyterman-Langeweyde, Intendantur- und Baurath in Altona.
- Kentenich, Garnison-Bauinspector in Altona.
- Bolte, desgl. in Flensburg.
- Drewitz, desgl. in Schwerin.
- Schmidt, desgl. in Altona.
- Wellmann, desgl. in Wandsbeck.

11. Bei dem X. Armee-Corps.

Hr. Schuster, Intendantur- und Baurath in Hannover.
- Linz, Garnison-Bauinspector daselbst.
- Werner, desgl. in Oldenburg.
- Atzort, desgl. in Braunschweig.

12. Bei dem XI. Armee-Corps.

Hr. Sommer, Intendantur- und Baurath in Cassel.
- Gummel, Garnison-Bauinspector, Baurath, daselbst.
- Rettig, Garnison-Bauinspector in Darmstadt.
- Reinmann, desgl. in Mainz.
- Meyer, desgl. in Frankfurt a/M.
- Blenkle, desgl. in Mainz.

13. Bei dem XIV. Armee-Corps.

Hr. Duisberg, Intendantur- u. Baurath in Karlsruhe.
- Gerstner, Garnison-Bauinspector daselbst.
- Jungeblodt, desgl. in Freiburg i/B.
- Jannasch, desgl. in Karlsruhe.

14. Bei dem XV. Armee-Corps.

Hr. Appelius, Intendantur- u Baurath in Strafsburg i/E.
- Ecklin, Garnison-Bauinspector in Mülhausen i/E.
- Rühle v. Lilienstern, desgl. in Strafsburg i/E.
- Stolterfoth, desgl. in Metz.
- Schmedding, desgl. in Strafsburg i/E.
- Hartung, desgl. in Metz.
- Schmid desgl. in Strafsburg i/E.
- Böhmer, desgl. in Dieuze.
- Andersen, desgl. in Colmar i/E.

F. Bei dem Marineministerium und im Ressort desselben.

1. In der Admiralität.

Hr. Wagner, Geheimer Admiralitätsrath und vortragender Rath in Berlin.
- Vogeler, Wirklicher Admiralitäts- und vortragender Rath in Berlin.

2. Bei den Werften und Hafenbau-Commissionen.

Hr. Rechtern, Marine-Hafenbau-Director in Wilhelmshaven.

Hr. Franzius, Marine-Hafenbau-Director in Kiel.
- C. Müller, desgl. in Danzig.
- Schirmacher, Marine-Hafenbau-Oberingenieur in Kiel.

3. Bei den Marine-Intendanturen.

Hr. Bugge, Marine-Garnisonbau-Oberingenieur in Wilhelmshaven.
- Krafft, desgl. in Kiel.

Verzeichnifs der Mitglieder der Akademie des Bauwesens.

Präsident: Hr. Ober-Bau- und Ministerial-Director Schneider.

Stellvertreter: Hr. Ober-Baudirector Herrmann.

A. Abtheilung für den Hochbau.

1. Ordentliche Mitglieder.

1. Hr. Ober-Baudirector Herrmann, Stellvertreter des Präsidenten und Abtheilungs-Dirigent.
2. - Geheimer Regierungsrath Professor Ende, Stellvertreter des Abtheilungs-Dirigenten.
3. - Geheimer Ober-Baurath Professor Adler.
4. - Geheimer Ober-Regierungsrath Kind.
5. - Geheimer Ober-Regierungsrath Spieker.
6. - Geheimer Regierungsrath Persius.
7. - Geheimer Ober-Baurath Afsmann.
8. - Geheimer Regierungsrath und Professor Raschdorff.
9. - Professor Jacobsthal.
10. - Baurath Heyden.
11. - Professor Otzen.
12. - Stadt-Baurath Blankenstein.
13. - Baurath Schmieden.
14. - Geheimer Ober-Regierungsrath Cornelius.
15. - Architekt von Grofsheim.

2. Aufserordentliche Mitglieder.

a) Hiesige.

16. Hr. Director und Professor von Werner.
17. - Professor A. Wolff.
18. - Wirklicher Geheimer Ober-Regierungsrath Dr. Schöne.
19. - Professor Geselschap.
20. - Director an der Kgl. Nationalgalerie Dr. Dohme.
21. - Regierungs- und Baurath Emmerich.
22. - Geheimer Baurath Endell.
23. - Professor und Baurath Kühn.
24. - Professor und Bildhauer F. Schaper.

b) Auswärtige.

25. Hr. Ober-Baurath und Professor Lang in Karlsruhe.
26. - Geheimer Regierungsrath Voigtel in Köln.
27. - Geheimer Regierungsrath u. Professor Hase in Hannover.
28. - Baurath und Director Lüdecke in Breslau.
29. - Professor Giese in Dresden.
30. - Professor und Ober-Baurath Dr. von Leins in Stuttgart.
31. - Ober-Baurath, Hof-Baudirector von Egle in Stuttgart.
32. - Ober-Baudirector Siebert in München.

B. Abtheilung für das Ingenieur- und Maschinenwesen.

1. Ordentliche Mitglieder.

1. Hr. Ober-Bau- u. Ministerial-Director Schneider, Präsident.
2. - Ober-Baudirector Schönfelder, Abtheilungs-Dirigent.
3. - Geheimer Ober-Baurath Schwedler, Stellvertreter des Abtheilungs-Dirigenten.
4. - Geheimer Ober-Baurath Grüttefien.
5. - Wirkl. Geheimer Ober-Regierungsrath Kinel.
6. - Geheimer Ober-Regierungsrath Streckert.
7. - Professor Dr. Winkler.
8. - Geheimer Ober-Baurath Baensch.
9. - Geheimer Ober-Baurath A. Wiebe.
10. - Geheimer Ober-Baurath L. Hagen.
11. - Geheimer Commerzienrath Schwartzkopff.
12. - Eisenbahn-Directions-Präsident Wex.
13. - Geheimer Ober-Baurath Stambke.
14. - Geheimer Ober-Baurath Kozlowski.
15. - Geheimer Baurath Dresel.

2. Aufserordentliche Mitglieder.

a) Hiesige.

16. Hr. Geheimer Regierungsrath u. Professor Dr. von Helmholtz.
17. Hr. Geheimer Regierungsrath Dr. Werner Siemens.
18. - Civilingenieur Veitmeyer.
19. - Geheimer Admiralitätsrath Wagner.

b) Auswärtige.

20. Hr. Ober-Baurath Dr. Scheffler in Braunschweig.
21. - Wasser-Baudirector Nehls in Hamburg.
22. - Ober-Baudirector Franzius in Bremen.
23. - Geheimer Regierungsrath Prof. Launhardt in Hannover.
24. - Geh. Rath, Director und Professor Dr. von Bauernfeind in München.
25. - Professor O. Grove in München.
26. - Professor Bauschinger daselbst.
27. - Geheimer Rath, Professor Dr. Zeuner (in Dresden)
28. - Geheimer Finanzrath Köpcke (in Dresden)
29. - Wasser-Baudirector Schmidt (in Dresden)
30. - Ober-Baurath von Brockmann in Stuttgart.
31. - Eisenbahn-Director Wöhler in Strafsburg i. E.
32. - Baudirector Dr. von Ehmann in Stuttgart.
33. - Baudirector Housell in Karlsruhe.

Halle a. S., Buchdruckerei des Waisenhauses.

JAHRGANG XXXVIII. 1888. HEFT IV BIS VI.

Die Börse in Antwerpen.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 23 bis 26 im Atlas.)

Antwerpen, der wichtigste Seehafen des gewerbfleifsigen Belgiens, entwickelt sich dank seines vorzüglichen natürlichen Hinterlandes, wozu nicht allein ganz Belgien, sondern auch gröfsere Theile Nordfrankreichs und gewerbreiche Theile West- und Süddeutschlands gehören, dank seiner prächtigen Lage an der hier über 350 m breiten Schelde und seiner ausgezeichneten Verbindungen durch diese einerseits mit der etwa 80 Kilometer von der Stadt entfernten Nordsee, andererseits mit den vielen Binnencanälen oder canalisirten Flüssen, sowie durch das strahlenförmig hier zusammenschiefsende Netz von Eisenbahnen, immer mehr zu einer der ersten Seehandelsstädte der Welt. Der ruhmreiche Wettkampf, den die Stadt seit Jahrhunderten mit ihren Nebenbuhlerinnen Brügge, Rotterdam und Amsterdam führte und in dem sie nur zu oft durch gewaltsame Mittel — lange Belagerungen, die durch den Westfälischen Frieden herbeigeführte Schliefsung der Schelde für die Seeschiffahrt, den von den Holländern seit den dreifsiger Jahren bis 1863 erhobenen Scheldezoll — zeitweilig unterliegen mufste, ist heutzutage wohl auf lange Zeit zu gunsten Antwerpens entschieden.

Schon in alten Zeiten war an dieser begünstigten Stelle ein Hauptstapelplatz des Welthandels. Die Gauerben oder Anerpen, ein angelsächsischer Stamm, hatten sich am rechten Ufer der Schelde angesiedelt, an einem Platze, der für den Seehandelsverkehr wie geschaffen und äufserst leicht zu vertheidigen war, da er gewissermafsen eine Insel zwischen dem Flufs und den weiten überschwemmten Flächen bildete. Ihr Besitzthum schützten sie vermuthlich durch gewaltige, mit Thürmen und Zinnen versehene Mauern in der Weise, wie dies der Holzschnitt auf Seite 12 des Prachtwerkes von René Corneli „Antwerpen und die Weltausstellung 1885“ (Leipzig 1887, Verlag von Karl Fr. Pfau) darstellt. Das Dunkel, das über der Geschichte Antwerpens in den Jahren, welche dem Auftreten der Normannen vorangehen, schwebt, ist noch nicht gelichtet, doch wird bereits in einer Urkunde vom Jahre 726, in welcher der sächsische Anführer Rohingus, das Haupt der Schelde-Ganerbschaft, einer Vereinigung von Bauergutsbesitzern, den Namen eines „Fürsten von Antwerpen“ annahm und dem Friesen-Apostel Wilibrod die innerhalb der Burg von Antwerpen gelegene Kirche übergab, ein Umschlagsrecht der Stadt erwähnt, ein Beweis für das Vorhandensein eines ungemein lebhaften Handels. In den folgenden Jahrhunderten hob sich der kaufmännische Verkehr der Stadt — nur zeitweise gelähmt durch kriegerische Einfälle, Pest, Hungersnoth und Bürgeraufstände — immer mehr, namentlich seitdem Antwerpen zur Markgrafschaft des heiligen römischen Reiches erhoben worden, und die Herzöge von Brabant, an welche die Markgrafenwürde unter Gottfried dem Bärtigen, Grafen von Löwen, überging, den Handel durch einschneidende Verordnungen, Vorrechte und Zollbefreiungen begünstigten. Sicherlich zeugt nichts besser für das Gedeihen Antwerpens und für das ungemein schnelle Anwachsen der Bevölkerung, als die allein im 13. Jahrhundert sich dreimal wiederholende Nothwendigkeit, den Ring der Festungswerke weiter auszudehnen. Nach der letzten dieser drei Erweiterungen in den Jahren 1291 bis 1314, unter den Herzögen Johann I., Johann II. und Johann III., wird Antwerpen eine wirkliche Stadt; der bis dahin noch theilweise verbliebene dörfliche Charakter ist abgestreift, die Gemeinde entwickelt sich, die Verwaltung des Gemeinwesens, bisher von den Burgherren und den herzoglichen Officieren ausgeübt, geht in die Hände der Schöffen über, die Handwerker vereinigen sich zu Zünften, öffentliche Gebäude wachsen empor. Die neubegründete städtische Verwaltung findet ihren rechtlichen und politischen Ausdruck in der Errichtung eines Rathhauses, das ihr eigenster Besitz ist und auf welches sich die Macht des Burgherrn nicht mehr erstreckt. Reichen Gewinn brachte den Antwerpenern auch das Stapelrecht. Dieses Recht, die in die Stadt eingeführten Waren dort behufs Verkaufs an die Einwohner ganz oder theilweise löschen zu lassen, war der Stadt bereits gegen Ende des 12. Jahrhunderts verliehen worden und blieb ihr, mit einer längeren, durch den flandrischen Grafen Louis von Malen zu gunsten der Stadt Mecheln herbeigeführten Unterbrechung von 53 Jahren, Jahrhunderte lang erhalten.

Wesentlichen Einflufs auf Handel und Verkehr, nicht nur von Antwerpen, sondern der ganzen Welt, hatte auch die im 13. Jahrhundert erfolgte Gründung der Börsen, welche ihren Ausgangspunkt bekanntlich von den reichen flandrischen Städten nahmen, nach denen in diesen glanzvollen Tagen der Welthandel seinen Mittelpunkt verlegt hatte. Soll doch der Name „Börse“, als einer unter staatlicher Genehmigung stattfindenden Versammlung von Kaufleuten, Maklern und anderen mit dem Handel in Beziehung stehenden Personen zur Erleichterung des Betriebes kaufmännischer Geschäfte aller Art, daher stammen, dafs die Kaufleute zu Brügge in einem Hause ihre Zusammenkünfte hielten, welches der adeligen Familie van der Beurse oder Bourse zugehörte, und über dessen Thür das Geschlechtswappen, drei Börsen (Geldbeutel), befindlich war. Nach den übereinstimmenden Untersuchungen verschiedener Geschichtsschreiber und Alterthumsforscher bestand auch bereits im 14. Jahrhundert in Antwerpen ein Haus oder eine Räumlichkeit, welche die Bezeichnung „Börse“ führte und ausdrücklich zum Abschliefsen von kaufmännischen Geschäften, sei es mit oder ohne Vermittlung von Maklern, diente. Dieser anfänglich wohl sehr bescheidene Vereinigungspunkt des Handels der altehrwürdigen Scheldestadt stand in Verbindung mit dem Gildenhaus der Kurzwarenhändler am Grofsen Markt, hier wie überall in Belgien in unseren Tagen „Grande Place“ genannt, jenem malerischen Platze, an dessen Westseite sich heute in wuchtiger Massenentfaltung das Rathhaus des Cornelis de Vriendt, eins der bedeutendsten Werke der Renaissance in den Niederlanden aus dem Jahre 1560 erhebt, dessen Nord- und Südseite die stattlichen Gildenhäuser aus der Zeit der spanischen Herrschaft, das der Bogenschützen, der Küfer oder Böttcher, der Lohgerber und Schuster, sowie das der Schneider einnehmen. Später, gegen das Ende des 15. Jahrhunderts, kaufte die Stadt in derselben Strafse, heute „Rue du Jardin“ genannt, ein ausgedehnteres Besitzthum für die Zusammenkünfte der Kaufleute an. Der offene Hof dieses

Hauses, den an drei Seiten bedeckte Gänge umgaben, wurde im Jahre 1515 mit Arcaden, je vier an den beiden Langseiten, zwei an der einen Schmalseite geschmückt. Ueber ziemlich gedrungenen, auf strammen Postamenten ruhenden Säulen, die noch glatte Schäfte ohne jede Verzierung zeigen, spannen sich schon die später bei allen Erweiterungen oder Wiederherstellungen der Börse beibehaltenen Kleeblattbögen. Ein knappes, einfaches Gesims bildet den Abschlufs der Frontwände nach oben. Bemerkenswerth ist die reiche Gestaltung der Bogenzwickel mit ihren mannigfaltig wechselnden, von geschickten Steinmetzen hergestellten Verzierungen. Die Säulengänge selbst sind noch nicht überwölbt, sondern einfach mit Pultdächern, welche von innen nach aufsen abfallen, abgedeckt, sodafs die Traufen an den Aufsenwänden liegen. Ein Theil dieser frühen Börse in ihrer ältesten bekannten Gestaltung, von der die nach einem alten Stich gefertigte Abbildung 1 eine Anschauung giebt, wurde allen Stürmen, welche in den folgenden Jahrhunderten über die Stadt hinwegbrausten, zum Trotz bis in unsere Tage herübergerettet. Doch nicht gar zu lange sollte der Bau seinem ursprünglichen Zwecke dienen.

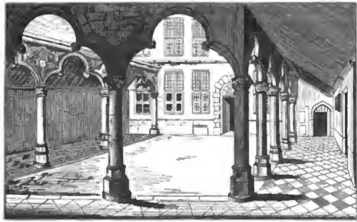


Abb. 1. Aeltestes Börsengebäude an der „Rue du Jardin“.

An anderer Stelle (Centralblatt der Bauverwaltung 1887, S. 273) wurde nachgewiesen, wie sich nach dem unaufhaltsam wachsenden Verfall des altehrwürdigen Brügge, des Venedigs des Nordens, der Handel, ein Feind der Unruhe, immer mehr nach Antwerpen hinzog, wo er damals die seiner Entfaltung nöthige Sicherheit und Ruhe fand. Alle Gewerbszweige standen zu jener Zeit in der Scheldestadt in höchster Blüthe. Auch nach der Entdeckung des Seeweges nach Ostindien blieb Antwerpen der Hauptplatz für den Austausch der indischen, deutschen und nordischen Waren und Erzeugnisse. Die Portugiesen fanden es vortheilhafter, die vollendeten Einrichtungen des Handels, wie sie dieselben dort vorfanden, zu benutzen, brachten also nach der Scheldestadt ihre indischen Waren, wo ihnen behufs Austausches die reichsten und vollständigsten Warenlager zu Gebote standen. Die Fugger und Welser aus Augsburg, die Spinola aus Genua und andere hochangesehene Häuser hielten hier ihre Factoreien. Ihren Gipfelpunkt erreichten die Bedeutung und das Gedeihen von Antwerpen in den glanzvollen Tagen der Regierung Karls V., der, am 15. Februar 1500 in dem alten Schlosse der flandrischen Grafen zu Gent geboren, am 11. Februar 1515 seinen feierlichen Einzug in Antwerpen als Herzog von Brabant und Markgraf des heiligen römischen Reiches hielt. Voll Freude über den glänzenden Empfang versprach er die von seinen Vorgängern, den Herzögen von Brabant, gewährten Vorrechte und Freiheiten zu achten; die Antwerpener aber konnten darin, dafs der Herzog von Brabant, der diese Verheifsungen verkündete, gleichzeitig König von Spanien, Neapel und Sicilien und Beherrscher Indiens war, nur einen glücklichen Umstand mehr erblicken, der ihrem überseeischen Handel alle Meere der Welt erschlofs. Im darauf folgenden Jahre (1516) siedelten auch die letzten hanseatischen Kaufleute, hier „Osterlings“ genannt, welche in Brügge ihre Factoreien noch behalten hatten, nach Antwerpen über, wo sie sich auch später, in den Jahren 1564 bis 1568, für ihre Handelsinteressen eine bleibende Stätte in dem „Hansahaus“ erbauten, jenem heute noch kaufmännischen Zwecken dienenden Bau des Corn. de Vriendt, den damalige Schriftsteller einem königlichen Palaste verglichen.

Die Höhe der Bevölkerung Antwerpens zu jener Glanzzeit wird von den Zeitgenossen selbst auf hunderttausend Seelen geschätzt, zur Zeit der Messe von St. Bavo stieg die Anzahl der hier zusammenströmenden Menschen auf mehr denn achtzigtausend. Der Handel der Stadt war damals so bedeutend, dafs man zu sagen pflegte: „wenn die Welt ein Ring wäre, so verdiente Antwerpen der Diamant darin zu sein.“ Ueber die Handelsbewegung der Scheldestadt schreibt der Schriftsteller Scribonius in seinem Werke „Origines Antwerpiensum“ (1610) folgendes: „Ich habe Schiffe bis zur Zahl von 2500 auf der Schelde gesehen, von denen die letzten zwei bis drei Wochen vor Anker liegen mufsten, ehe sie sich den Werften nähern und ihre Ladung löschen konnten. Es verging kein Tag, an welchem nicht mindestens 500 Fahrzeuge in den Hafen einliefen oder aus demselben abfuhren. Ich habe selbst erzählen gehört, dafs häufig 400 Segler auf einmal mit der Fluth in See gingen.“ Nach den Mittheilungen desselben Geschichtsschreibers trafen jede Woche mehr als tausend Lastwagen mit Waren ein, welche aus Deutschland, den Hansestädten, aus Lothringen, Frankreich usw. kamen, die Bauernkarren nicht gerechnet, welche Lebensmittel aller Art heranbrachten und deren Zahl oft mehr als zehntausend wöchentlich überstieg. Wenn auch die damaligen Schiffe nicht entfernt mit den heutigen Riesenfahrzeugen zu vergleichen sind und die Zahlen des Chronisten wohl nach der damaligen Sitte der Geschichtsschreiber etwas übertrieben sein werden, so kann man doch aus diesen Aussprüchen entnehmen, zu welcher hohen Blüthe der Handel Antwerpens damals gediehen sein mufs. Ein anderer, durchaus zuverlässiger Gewährsmann jener Zeit, der Florentiner Lud. Guicciardini, der mehrere Jahre lang als Gesandter in den Niederlanden lebte und seine treffenden, genauen Beobachtungen in seinem, namentlich zu Amsterdam mehrfach neugedruckten Werke: „Descriptio totius Belgii“ niedergelegt hat, berichtet, dafs im Jahre 1566 die Einfuhr an Gewürzen und Zucker aus Portugal $1^1/_2$ Millionen Ducaten, an Seidenzeugen und Gold-

stoffen aus Italien 3 Millionen, an Getreide aus der Ostsee $1\frac{1}{2}$ Millionen, an deutschen und französischen Weinen $2\frac{1}{2}$ Millionen und dafs die Gesamt-Einfuhr aus England 12 Millionen Ducaten an Werth betragen habe. Ueber tausend fremde Häuser hatten sich damals in Antwerpen, der Königin der Schelde, angesiedelt. Die Zoll- und Marktabgaben brachten jährlich nahezu 2 Millionen Gulden ein. Ganz ungeheure Summen setzte namentlich hier der Geldhandel um. Wer Geld bedurfte, mufste sich damals hierher wenden. Karl V. und sein Sohn Philipp II. schlossen in Antwerpen ihre Anleihen ab, sie hielten hier ständige Agenten.

Dafs unter diesen Umständen die alte Börse an der „Rue du Jardin" bald den reifsend anwachsenden Bedürfnissen des Verkehrs nicht mehr entsprach, ist wohl natürlich. Durch die immer mehr zunehmende Zahl der Kaufleute, welche sich auf dem engen Raume zweimal am Tage trafen, hatte sich schon seit langer Zeit die Nothwendigkeit herausgestellt, dafs hier Abhülfe geschaffen werden müsse. Zwar hatte die städtische Verwaltung nichts versäumt, um der Stadt durch Gründung zahlreicher stattlicher Bauten auch einen der hohen Bedeutung des Handels entsprechenden Glanz zu verleihen, aber dennoch bedurfte es der wiederholten Vorstellungen der Kaufmannschaft, ehe sich die Behörden im Jahre 1530 entschlossen, einen Bauplatz zur Errichtung eines neuen Börsengebäudes zu erwerben, denselben Bauplatz, auf dem sich auch heute noch die Börse, von Privatgebäuden umschlossen, erhebt. Begonnen am 11. Juli 1531, wurde der Bau nach den Berichten der Chronisten bereits gegen das Ende desselben Jahres vollendet, für die damalige Zeit, falls die Angaben der Zeitgenossen auf Wahrheit beruhen, eine ganz bedeutende Leistung. Der Entwurf zu diesem prächtigen spätgothischen, vielfach schon an die bereits heraufdämmernde Renaissance anklingenden Bau stammt von Dominicus van Waghemakere her, der damals das Amt des Stadtbaumeisters bekleidete. Wie beim älteren Bau an der „Rue du Jardin", bildete auch hier ein rechteckiger Hof den Kern der Anlage, der jetzt jedoch die stattlichen Abmessungen von 51,5 m Länge und 40 m Breite erhielt. Rund um denselben erstreckte sich ebenfalls ein bedeckter Gang von 6 m Breite mit elf Oeffnungen an den Langseiten, acht Oeffnungen an den Schmalseiten (vergl. Abb. 2), dessen Hofwand getragen wurde von 38 Säulen aus Blaustein, einem quarzhaltigen, sehr festen Kalkstein, der aus vielen belgischen Brüchen noch heute gewonnen wird. Diese Säulen, bedeutend schlanker als die Stützen des älteren Baues — sie hatten den geringen Durchmesser von nur 32 cm — erhoben sich auf achtseitigen, ebenfalls verhältnifsmäfsig schwächlichen, mehrfach gegliederten Postamenten, und wie noch heute waren die Schäfte mit den mannigfaltigsten, eingemeifselten Mafswerks-Musterungen reich verziert, welche sowohl unter sich, wie auch bei jeder Säule zweimal, durch eine Gürtelung geschieden, wechselten. Die in sehr späten gothischen Formen ausgebildeten Säulen waren aus vier Stücken, aus Basis, Capitell und zwei Schafttheilen, zusammengesetzt.

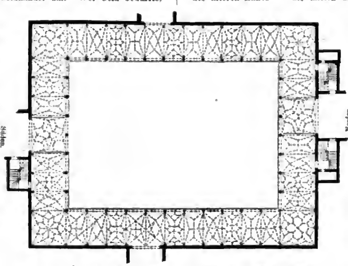
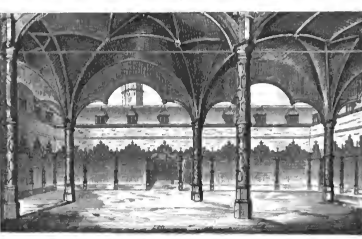


Abb. 2. Grundrifs der Börse des Dominicus van Waghemakere.

In Anlehnung an den älteren Bau spannten sich auch hier von Säule zu Säule Kleeblattbögen, mit Krabben, Kreuzblumen und Fialen geschmückt. Die Umgänge sind bereits mit den flachen Netz- und Sterngewölben mit vortretenden Rippen überdeckt, welche in reichem Wechsel die mannigfaltigsten Planbildungen zeigen (vergl. Abb. 2). Zur Aufhebung des Gewölbeschubes wurden überall Anker unmittelbar über den Capitellen der Säulen gespannt. Die Arcaden waren von einem niedrigen Geschofs ohne Fenster bekrönt, das im innern einen oberen Gang mit kleinen, an einer Seite desselben ausgebauten Krambuden bildete, welche ihre Beleuchtung durch Oberlichter empfingen. Die Wand über den Kleeblattbögen wurde nur durch ein ganz glattes Gurtgesims belebt und durch ein leicht gehaltenes, fast dürftiges Hauptgesims mit Kragsteinen abgeschlossen; die reichen Zwickelverzierungen über den Bögen des älteren Baues waren also hier in Wegfall gekommen. Die Umgänge wurden mit sattelförmigen Ziegeldächern abgedeckt, die durch einfache Dachluken mit gekuppelten Fenstern, in den Achsen der Bogenöffnungen vertheilt, belebt wurden (vergl. Abb. 3).


Abb. 3. Ansicht der Börse des Dominicus van Waghemakere.

Durch vier Eingänge, auf welche die vier das umgebende Häuserviertel durchbrechenden Strafsen führten, wurde die Börse zugänglich gemacht. Den beiden hervorragenderen Zugängen von der heutigen „Rue de la Bourse" im Norden, und von der „Rue des douze Mois" im Süden wurde je eine zweiachsige, in ähnlicher Weise, wie die Umgänge ausgebildete Halle vorgelegt. Durch die genannten Strafsen und die Börse selbst wurde damals, wie noch heute, eine Verbindung hergestellt zwischen der belebten „Place de Meir", einer langgestreckten, breiten Strafse, aus der Ueberbrückung eines Canals entstanden, mit stattlichen, meist im Barock- und Rococostil erbauten Häusern, und der ziemlich parallel laufenden, viel ruhigeren „Longue Rue Neuve", eine Verbindung, die um so wünschenswerther war, als sich an diesem Punkte schon damals, wie noch in unseren Tagen, der Hauptverkehr der Stadt staute, wie ein Blick auf den Stadtplan deutlich erkennen läfst. In zwei kleinere Hallen führten die weniger hervorgehobenen Eingänge an den Langseiten der Börse im Westen und Osten, entsprechend der geringeren Bedeutung der hier endigenden Strafsen „Rue des Israélites" und „Courte Rue des Claires". Bemerkenswerth ist, dafs von diesen vier Eingängen der im Süden allein mit der Achse der Börsenhalle zusammenfällt, die anderen aber ganz unregelmäfsig angelegt sind, wie es eben das Bedürfnifs der Zufahrtsstrafsen verlangte.

Durch drei in Verbindung mit den Haupteingangshallen stehende Treppenhäuser war das obere Geschofs zu erreichen. An den Aufsenfronten des Gebäudes, im Norden und Süden, zur Seite der Haupteingänge, erhoben sich zwei stattliche Thürme. Den südlichen, nach der „Rue des douze Mois" gelegenen, schon von weitem von der „Place de Meir" einstmals sichtbaren und besonders reich ausgebildeten Thurm zeigt die Abbildung 4 zugleich mit dem eigenartigen Schmuck der beiden Eingänge daselbst. Wie aus der nach einem Stich des J. Linnig aus dem Jahre 1849 hergestellten Abbildung ersichtlich, bildete der Eingang zur Börse mit dem reizvollen Treppenthurm und den benachbarten Giebelhäusern eine äufserst malerische Gebäudegruppe. Ueber dem dreigeschossigen, rechteckigen Unterbau des Thurmes erhoben sich zwei achteckige Geschosse. In einfachster Weise, über einem ziemlich weit ausladenden Gurtgesims ist dann der Thurm in die cylindrische Form übergeführt, in welcher er noch zwei Stockwerke hoch bis zur Dachtraufe ansteigt. Sehr reizvoll wirkt die reiche Ausbildung der achtseitigen Dachhaube mit ihrem zierlichen, von Säulenstellungen umgebenen Ausguck. In eigenartiger Weise laufen die Kanten des geschweiften Thurmdaches in Spitzen aus, die über das Hauptgesims hinausragen. Der Thurm trug eine Uhr mit Glockenspiel, das Schlagwerk war in dem oberen, offenen Aufbau des Daches untergebracht. Zur Erhöhung der malerischen Wirkung des ganzen Architekturbildes trug auch wesentlich die alterthümliche Gestaltung des Wandschmuckes über den beiden Eingängen bei, dessen kindliche Auffassung wohl die Vermuthung rechtfertigt, dafs man es hier mit einigen, nach dem neuen Bau übertragenen Theilen aus der alten Börse zu thun hat. Aus dem mittleren Zwickel der Kleeblattbögen erhebt sich ein von der Mauerkrone und zwei geflügelten, schildhaltenden Thieren überragtes Wappen; über den Scheiteln der Bögen stehen ebenfalls schildhaltende Thiere, in denen links der brabantische Löwe zu erkennen ist, während sich in den äufseren Bogenzwickeln auf einfachen Postamenten die gewöhnlichen Schildhalter des Antwerpener Wappens erheben, links ein Mann, an der anderen Seite eine Frau, in einer nach Naturwahrheit strebenden Auffassung. Im übrigen zeigen die Kleeblattbögen denselben Schmuck — Krabben in sehr spätgothischen Formen — wie die inneren Hallen. Den Abschlufs der Eingangswand bildet eine Brüstung mit Vierpässen zwischen Pfeilerchen. Bemerkenswerth sind übrigens auch die in der Abbildung den Vordergrund bildenden schmalen Häuser, welche mit ihren weit überkragenden Holzgiebeln das eigenartige Gepräge des Antwerpener Wohngebäudes aus dem 15. Jahrhundert zeigen (vergl. den Holzschnitt auf Seite 21 des schon erwähnten Cornelischen Werkes: „Antwerpen und die Weltausstellung 1885."). In einfacheren Formen ist der zweite Thurm an der „Rue de la Bourse" gehalten, der zum Theil in Abb. 3 zu erkennen ist. Seine Grundform war ein Achtseit mit abgestumpften Kanten, welches mit einem schlichten, geschweiften Zeltdach abgedeckt war.



Abb. 4. Eingang zur Börse von 1531 von der „Rue des douze Mois" aus. Nach einem Kupferstich von J. Linnig aus dem Jahre 1849.

Auch dieser Bau, wie bemerkt am 11. Juli 1531 begonnen, sollte nicht lange unversehrt stehen. Nicht unbeträchtlichen Schaden erlitt die Börse bereits im Jahre 1576 während der unter dem Namen der „spanischen Furie" bekannten, abscheulichen Ausschreitungen der spanischen Söldnerhaufen. Sie wurde in diesen schreckensvollen Tagen zu einer grofsen Spielhölle umgewandelt, wo die von Blut und Wein trunkenen Soldaten auf Trommeln um die Schätze würfelten, welche sie den

Kaufleuten geraubt hatten. Später, am 24. Februar 1583, wurde das Gebäude gar zum Theil durch einen grofsen Brand zerstört, der, in einer der Krambuden des oberen Geschosses ausgebrochen und, nicht sofort unterdrückt, dieses schwere Unheil über den stattlichen Bau heraufbeschwor. In kürzester Zeit stand das Gebäude an allen vier Ecken in Flammen. Glücklicherweise setzten die Gewölbe der Erdgeschofshallen der Weiterverbreitung des Feuers erfolgreichen Widerstand entgegen. Trotzdem das dreitägige Trauerspiel der „spanischen Furie“ dem Handel Antwerpens für lange Zeit den Todesstofs versetzt hatte, und die folgenden kriegerischen Ereignisse, sowie die Streitigkeiten im Innern der Stadt nur noch mehr den tiefen Fall besiegelten, entschlofs man sich sofort zum Wiederaufbau der Börse. In den Jahren 1583 bis 1585 wurde der obere Theil des Gebäudes durch den damaligen Stadtbaumeister Paul Luydinckx wiederhergestellt. Dieser liefs das Obergeschofs noch mehr erhöhen und durchbrach die Hofwand durch eine Reihe einfacher, rechteckiger Fenster zur Beleuchtung der neu eingerichteten Räume dieses Geschosses. Die Fenster waren abwechselnd über den Scheiteln der Kleeblattbögen und über den Säulen angeordnet, sodafs auf die anderthalbfache Achsweite je ein Fenster entfiel. Ueber diesem Obergeschofs wurde dann noch ein zu Lagerzwecken bestimmtes Dachgeschofs ausgebaut, das Luft und Licht durch einfache Dachluken empfing. Die oberen Räume waren nur von aufsen durch die beiden Thurmtreppen und das dritte Treppenhaus im Nordosten zugänglich (vgl. Abb. 2). Im Laufe der Zeit änderten sie vielfach ihre Bestimmung, namentlich seit der Einrichtung der Handelskammern und der Handelsgerichte, denen sie schliefslich zu dauerndem Gebrauch übergeben wurden.

Als dann, nach den wechselvollen Ereignissen der folgenden Jahrhunderte, Belgien durch die September-Revolution von 1830 seine Unabhängigkeit gewonnen und in den Kämpfen der folgenden Jahre mit Hülfe der Franzosen siegreich vertheidigt hatte, als das Land sich unter den Königen aus dem herzoglichen Hause Sachsen-Koburg einer längeren gedeihlichen Ruhe erfreuen konnte, und die belgische Regierung durch das Gesetz vom 5. Juni 1839 die Bezahlung des den Holländern zugestandenen Scheldezolles auf ihre Rechnung übernahm und dadurch dem Handel der Stadt schon einige Erleichterung verschafft hatte, hob sich der günstig gelegene Hafenplatz, die einstige Königin der Schelde, allmählich aus ihrem tiefen Verfall. Die in den Jahren 1832 bis 1848 stets wachsende Zahl der Börsenbesucher liefs immer wieder von neuem die Klage erheben, dafs die bestehenden Räumlichkeiten durchaus ungenügend seien, namentlich im Winter. Die Hallen des Erdgeschosses boten allein bei ungünstiger Witterung den Kaufleuten einen dürftigen Schutz. Die städtischen Behörden konnten sich daher auf die Dauer diesen begründeten Klagen nicht entziehen und beschlossen im Jahre 1849 den inneren Hof zu überdecken. Nach einem mehr oder weniger ernsthaft gemeinten Preisausschreiben, welches als einzige Bedingung die Einschränkung enthielt, dafs die Ueberdeckung sich nicht auf die inneren Mauern des Hofes stützen dürfe, weil die Säulen einen Zuwachs an Last nicht zuliefsen, betraute man am 27. Juli 1850 den Lütticher Industriellen Charles Marcellis mit der Herstellung dieser Arbeit, welche er vollständig in Gufseisen entworfen hatte. Die Ueberdeckung in Form eines Zeltdaches mit eirunder Laterne ruhte auf zwölf gufseisernen Säulen, die, ähnlich wie die alten Steinsäulen des Dominicus van Waghemakere ausgebildet, unmittelbar vor diese gestellt wurden, je eine in den vier Ecken und je zwei auf die Lang- und Schmalseiten der Halle vertheilt. Die Eisenconstruction wurde durch einen zwölfseitigen Spannring aus Walzeisen zusammengehalten, welcher im Bodenraum der bedeckten Umgänge untergebracht wurde. Man hat versichert, dafs bei jeder Aenderung der Luftwärme die in dem Spannring angebrachten Schlösser nachgelassen oder angezogen werden mufsten, um eine schädliche Bewegung der Eisenconstruction zu verhindern. Wie aus der Abbildung 6 ersichtlich sein wird, griff dieser Spannring in sehr ungleichmäfsiger Weise an den einzelnen Unterstützungspunkten der gufseisernen Dachbinder an, besonders an den acht Zwischenbindern X, welche an den Lang- und Schmalseiten des Hofes aufgestellt waren. Die geringe Tiefe der gewölbten Hallen von nur 6 m machte eben eine kreisrunde Form des Spannringes und damit das Auftreten von Ringkräften, die an allen Bindern unter gleichen Winkeln angriffen, unmöglich. So war denn bei der gewählten Anordnung der Eisenconstruction die stete Gefahr vorhanden, dafs der durch den schrägen Zug des Spannringes hervorgerufene Bruch eines der gufseisernen Binder den Zusammensturz der ganzen schwerfälligen Ueberdeckung nach sich ziehen würde. Die Binder selbst, mit gebogenen Untergurten und sattelförmigen Obergurten, waren aus einzelnen Theilen von 3,50 bis 6,50 m Länge zusammengeschraubt und durch Pfetten mit gebogenen Untergurten verbunden. Durch eine unter den Traufen des Daches rundum laufende Fensterreihe sowie durch die seitlichen Oberlichter der Laterne wurde eine allenfalls ausreichende Beleuchtung des ausgedehnten Raumes erzielt. Vor den rechteckigen Fenstern der Oberwand über den Kleeblattbögen wurden gufseiserne Rahmen mit Steinschrauben am Mauerwerk befestigt, um durch diese Maske nach der Ansicht des Constructeurs die Fenster zu gothisiren, da auch die Zierformen der ganzen Ueberdeckung der gothischen Kunstrichtung entlehnt waren. Den Eindruck, den dieses ungesunde, künst-

Abb. 5. Ansicht der Börse von 1851 bis 1858.

liche Machwerk hervorrief, mag sich der Leser an Abbildung 5 klar machen, welche nach einem von Marcellis veröffentlichten Steindruck hergestellt wurde.

Am 2. August 1858, gegen 11 Uhr abends brach im Bodenraum über den gewölbten Hallen ein neuer Brand aus, der sich mit rasender Schnelligkeit über das ganze Dachgeschofs verbreitete und in weniger als einer halben Stunde die ganze Eisenconstruction zum Einsturz brachte. Das Feuer hatte eben den Spannring, der von allen Seiten von den Flammen umspült wurde, so stark ausgedehnt, dafs die Binder ihren Zusammenhang verloren und in ihrem Sturze das ganze Obergeschofs mit sich fortrissen, die Gewölbe durchschlugen und die schlanken Säulen des Erdgeschosses mit in das Verderben zogen. Es hat nicht festgestellt werden können, durch welche Ursache der Brand entstanden ist.

Abb. 6. Grundrifs der Eisenconstruction des Charles Marcellis.

Die wachsende Bedeutung Antwerpens als Handelsplatz forderte gebieterisch eine baldige Herstellung neuer Räume für die Zusammenkünfte der Kaufleute, sowie zur Unterbringung der Handelskammer und des Handelsgerichtes; hatte sich doch die Seehandelsbewegung der Scheldestadt von durchschnittlich 440 Tonnen täglich in den Jahren 1830 bis 1840 auf 1028 Tonnen in den Jahren 1850 bis 1860 gehoben, dabei ein immer mehr zunehmendes Wachsthum zeigend. Der Antwerpener Architekt Joseph Schadde, gegenwärtig Mitglied der kgl. belgischen Akademie und Professor der Antwerpener Akademie der schönen Künste, der spätere Erbauer des im Centralblatt der Bauverwaltung auf S. 273 ff. Jahrg. 1887 veröffentlichten Bahnhofsgebäudes in Brügge, der altehrwürdigen Hauptstadt von Westflandern, wurde mit der Aufstellung eines Entwurfs für einen Börsenneubau beauftragt. Von der geschichtlichen Thatsache ausgehend, dafs die Börse von Antwerpen das erste in Europa für diesen besonderen Zweck errichtete Gebäude ist, welches wir kennen, wollte der Architekt den urspünglichen Stil und die allgemeine Anordnung des Hauses auf derselben Baustelle dauernd der Nachwelt erhalten und nur, den erweiterten Bedürfnissen der Gegenwart Rechnung tragend, eine zweite, gewölbte Hallenreihe und eine Anzahl von Nebenräumen hinzufügen. Am 6. November 1858, also kaum drei Monate nach dem Zusammensturze der alten Hallen, reichte Schadde den städtischen Behörden drei Entwürfe ein, welche, nur in Einzelheiten von einander abweichend, sämtlich eine Börse darstellten, die auf dem bisherigen Bauplatz und im alten Stil des Jahres 1531 neu erstehen sollte. In allen drei Entwürfen war von einer Ueberdeckung des Hofes Abstand genommen. Durch die zweite, den ganzen Hof umziehende Hallenreihe sollte dem Verlangen der Kaufleute nach mehr geschütztem Raume bei schlechter Witterung entsprochen werden. Die städtischen Behörden beschlossen jedoch am 20. November 1858, eine öffentliche Preisbewerbung zur Wiederherstellung der Börse auszuschreiben, was auch etwa einen Monat nach Einreichung der Pläne Schaddes geschah. Etwa vierzig Entwürfe wurden von Architekten verschiedener Länder eingesandt, deren Verfasser, wie es die Bedingungen des Wettbewerbes vorschrieben, vorläufig ungenannt blieben; nur die drei Entwürfe des Meisters Schadde allein wurden, mit dessen Unterschrift versehen, zusammen mit den übrigen ausgestellt. Das Preisgericht erkannte einem dieser drei Entwürfe den ersten Preis zu. Der Wettbewerb hatte aber keine weiteren Folgen, es wurde vielmehr am 11. Juli 1860 ein neuer Wettbewerb eröffnet. Das neue Programm schrieb eine **bedeckte** Börse auf der alten Baustelle unter Hinzunahme einiger benachbarter Häuser vor, die im Stile der Börse des Dominicus van Waghemakere vom Jahre 1531 errichtet werden sollte. Diesmal traten nur vier Bewerber auf, und Schadde gewann zum zweiten Male den einzigen Preis, sodafs er nach diesem wiederholten Siege wohl die begründete Hoffnung hegen durfte, nunmehr mit der Wiederherstellung des Baues baldigst endgültig betraut zu werden. Aber zahlreiche, von den Gegnern seines Entwurfes hervorgerufene Verwicklungen, von den städtischen Behörden eingeforderte Gutachten und Gegengutachten, Erörterungen und Untersuchungen ohne Ende schoben die endgültige Wahl des Architekten noch über zwei Jahre, vom Tage des letzten Preisausschreibens ab gerechnet, hinaus. Endlich am 2. August 1862 erhielt Schadde den bestimmten Auftrag, die Entwürfe, Anschläge und Bedingungen zum Zweck der Vergebung der Arbeiten vorzubereiten. Alle diese Vorarbeiten konnte er bereits am 9. März 1863 den städtischen Behörden überreichen und er hatte die Freude, bereits am 26. März desselben Jahres seine Pläne durch die Gemeindevertretung, die Schöffen, genehmigt zu sehen. Aber die Gemeindewahlen vom October 1863 thürmten neue Schwierigkeiten vor ihm auf, indem sie die Gegenpartei ans

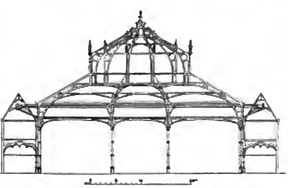


Abb. 7. Längenschnitt durch die Börse von 1851 bis 1858 mit der Eisenconstuction des Charles Marcellis.

Ruder der städtischen Verwaltung brachten, welche, wie dies leider meist im „constitutionellen" Belgien der Fall ist, ihre neue Herrschaft damit begann, dafs sie die von ihren Vorgängern gefafsten Beschlüsse nicht ausführen wollte. Als Gründe für die weitere Verzögerung der Angelegenheit machten die neugewählten Schöffen geltend, dafs durch die im Jahre 1860 erfolgte Hinausschiebung der alten Umwallung von 1567 und die dadurch erzielte bedeutende Vergröfserung der Stadt, welche deren Flächenraum nahezu verfünffachte, sich wohl ein besserer Bauplatz für die Börse im Gebiete der Stadterweiterung gewinnen liefse. Infolge dessen erhielt Schadde von den städtischen Behörden die Benachrichtigung, dafs seine von der früheren Verwaltung genehmigten Pläne nicht ausgeführt werden könnten.

Fünf Jahre gingen noch ins Land, die eifrig benutzt wurden, um die verschiedensten Entwürfe durch den Stadtbaumeister und andere Rathgeber der Verwaltung aufstellen zu lassen. Inzwischen hatte der Antwerpener Handel durch die bedeutende Vervollkommnung der Verkehrsmittel, durch die im Jahre 1863 erfolgte endliche Ablösung des drückenden Scheldezolles, durch die Abschaffung des Tonnengeldes, die Herabminderung der Lotsengebühren usw. eine immer gröfsere Ausdehnung gewonnen, hob sich doch die Seehandelsbewegung von durchschnittlich 1028 Tonnen täglich in den Jahren 1850 bis 1860 auf die Zahl von 2267 Tonnen im folgenden Jahrzehnt, sodafs die Frage der Wiederherstellung oder eines Neubaues der Börse eine immer brennendere wurde. Endlich, nachdem die zahlreichen Entwurfsversuche zu keinem zufriedenstellenden Ergebnifs geführt hatten, wurde bei den städtischen Behörden der Antrag eingebracht, auf die Pläne Schaddes zurückzugreifen. Jedenfalls werden die zunächst Betheiligten, die Börsenbesucher selbst, einer Verlegung der Börse nach der noch wenig angebauten Neustadt die Beibehaltung des alten Bauplatzes vorgezogen haben, eines Bauplatzes, der, abgesehen von den geschichtlichen Erinnerungen, durch seine bevorzugte Lage im Mittelpunkte des städtischen Verkehrs, nahezu gleich weit entfernt von den ausgedehnten Scheldewerften und von den grofsartigen Hafenbecken, wie von den Empfangsgebäuden der Staatsbahn und der durch das Waesland nach Gent führenden Eisenbahn, für seinen Zweck wie geschaffen schien. Nach nochmaligen längeren Verhandlungen, unglaublichen Ränken und zwei aufeinander folgenden Abstimmungen wurde der im Jahre 1862 bereits einmal genehmigte Entwurf Schaddes am 27. Juni 1868 endgültig angenommen. Am 28. October 1868 erfolgte die Verdingung der Arbeiten, im Januar 1869 wurde der Zuschlag ertheilt und nach etwa dreiundeinhalbjähriger Bauzeit, am 19. August 1872, konnte das neue Gebäude feierlichst eingeweiht werden. Also über ein volles Jahrzehnt mufste verfliefsen, ehe man sich über den Entwurf einigen konnte! Man weifs angesichts dieser Thatsache wirklich nicht, was man mehr bewundern soll: die Unermüdlichkeit, mit welcher der Architekt seinen zur Erreichung des beabsichtigten Zweckes von ihm als geeignet erachteten Entwurf immer wieder gegen die sich vor ihm aufthürmenden Schwierigkeiten vertheidigte, oder die Langmuth der Antwerpener Kaufmannschaft, die sich über vierzehn Jahre lang in vorübergehend eingerichteten Räumen behelfen mufste.

Wenn wir uns nunmehr zur Beschreibung des Neubaues selbst wenden wollen, zu dem man von den vier durch die Börse selbst verbundenen Strafsen um einige Stufen hinansteigt, so besteht der eigentliche Börsenraum aus einer weiten, zum Theil mit Glas gedeckten Halle genau in den Abmessungen (51,50 m Länge, 40 m Breite) des Baues des Dominicus van Waghemakere. Im Erdgeschofs umgiebt jedoch heute ein zweischiffiger, von 68 Säulen getragener Laubengang den trefflich wirkenden Raum, nach welchem sich die Arcaden, um zwei Stufen gegen die mittlere Halle gehoben, mit ihren spätgothischen, schon mit Renaissance-Anklängen gemischten Kleeblattbögen öffnen. Im Obergeschofs stellt ein von 38 Säulen gestützter, noch prächtiger ausgebildeter Umgang die Verbindung nach den dort untergebrachten Räumen für die Handelskammer und das Handelsgericht her. In reizvoller Weise sind die Langseiten der oberen Bogenhallen durch zierliche, in den Mittelachsen angeordnete Erker unterbrochen. Die Zwickel über den oberen, ebenfalls mit Krabben, Kreuzblumen und Fialen verzierten Kleeblattbögen sind in Anlehnung an den ältesten, in Abbildung 1 dargestellten Börsenraum mit reichen, spätgothischen Mafswerks-Musterungen zwischen den Fialen überzogen.

Wie die Grundrisse auf Blatt 24 zeigen, wurden durch die Hinzunahme benachbarter, nordwestlich gelegener Grundstücke im Erdgeschofs noch ein besonderer Saal für Staatspapiere, ein Fernsprechraum und ein Saal für Verkäufe nebst einigen Abtritten gewonnen. Im Obergeschofs liegt an der Südseite des Umganges der grofse Saal für das Handelsgericht nebst Berathungszimmern und Vorräumen, unmittelbar zugänglich von dem an der „Rue des douze Mois" gelegenen Treppenhause. Die ganze Ostseite hat die Telegraphen-Verwaltung mit ihren verschiedenen, aus den Bezeichnungen des Grundrisses kenntlichen Räumen in Anspruch genommen. An der Nordseite ist der grofse Versammlungssaal der Handelskammer, zwischen den beiden Treppenhäusern an der „Rue de la Bourse" gelegen, sowie ein Saal für den Handelskammer-Secretär untergebracht, während endlich westlich von dem bedeckten Umgange die Geschäftsräume der Getreidebörse und die Registraturen des Handelsgerichts liegen. Einige Nebentreppen führen noch zu dem theilweise ausgebauten Dachgeschofs. Die genannten Räume konnten nur zum geringsten Theil unmittelbar von den benachbarten Strafsen ihr Licht empfangen, zum Theil werden sie daher von der grofsen Halle oder — namentlich im Nordwesten — von Lichthöfen aus beleuchtet. Im Osten und Süden aber gestattete ein schon vorhandenes oder neu erworbenes Fensterrecht die Anlage von zahlreichen Lichtquellen nach den benachbarten Grundstücken hin, sodafs alle Räume ausreichend Luft und Licht empfangen. Aus dem Grundrifs des Erdgeschosses ist auch zugleich die mannigfaltige Ausbildung der Netz- und Sterngewölbe der zweischiffigen Halle zu ersehen.

Die Gründung der Wände und Pfeiler ist aus Blatt 26 ersichtlich. Nach allen Seiten tritt das Grundmauerwerk der Pfeiler in mehreren Absätzen weit vor und ist durch überall in zwei Ringen gewölbte Bögen verbunden. In den geböschten, etwa 1 m hohen, ebenfalls aus Blaustein hergestellten Unterlagssteinen stehen die Säulen mit dollenartigen Ansätzen auf. Auch die umfangreiche Verankerung der Hallengewölbe ist in dem genannten Durchschnitt erkennbar. Diese Gewölbe selbst wurden in Ziegeln sauber hergestellt und einfach gefugt; ihre Rippen bestehen aus Blaustein. Die oberen Umgänge sind wie die unteren mit Steinfufsböden (Granitplatten auf Ziegelgewölben)

versehen. Die übrigen Räume des Obergeschosses dagegen haben Holzfufsböden erhalten, indem auf den starken, 6,50 m weit freiliegenden, aber in verhältnifsmäßig geringen Abständen verlegten Unterzügen parallel zur Längenrichtung der Bogenhallen leichte Fufsbodenlager verlegt sind, die dann die Dielen tragen. Diese Räume sind ebenfalls mit Kappengewölben zwischen eisernen I-Trägern überdeckt und zwar in der gewöhnlichen Weise, wobei die Unterzüge theilweise an den Schildbögen der Kappen freiliegen; auch wurde hier, wie ja auch bisher bei uns in Deutschland, eine Bekleidung des Eisens nicht für nöthig erachtet. Die Fufsböden des Dachgeschosses werden durch einen Estrich gebildet, der unmittelbar auf die Kappen aufgebracht wurde. Zugleich sind in dem Schnitt auf Blatt 26 die Oberlichter dargestellt, welche über den oberen Umgängen nahezu in ganzer Ausdehnung derselben angeordnet sind. Die Wände der oberen Hallen sind mit reichen Teppichmustern bemalt, soweit sie nicht mit Sandstein bekleidet wurden. Die Rückwände der Erdgeschofshallen dagegen sind in ihren unteren Theilen mit Eichenholztäfelungen versehen, über denen Karten aller Länder der Erde in grofsen Mafsstäben mit An-

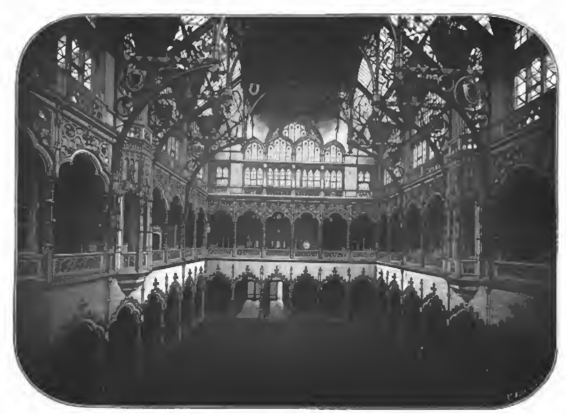


Abb. 8. Innere Ansicht der Börse in ihrer gegenwärtigen Gestaltung.

gabe der Meere, Flüsse usw. aufgemalt sind. Aufserdem sind diese Hallen reichlich mit Bänken und Pulten, ebenfalls aus Eichenholz, für die Börsenzwecke ausgestattet.

Den inneren Börsenraum selbst zeigt der nach einer Photographie hergestellte Holzschnitt (Abb. 8), während die Ausbildung der Hallenwände mit ihren reichen Bildhauerarbeiten auf Blatt 25, ein Querschnitt durch den Börsensaal von Osten nach Westen auf dem schon erwähnten Blatt 26 und endlich auf Blatt 23 die eigenartige Einzelausbildung der Decken dargestellt wurde. In Abbildung 8 ist zugleich die reichlich durchbrochene Giebelwand an der Nordseite deutlich zu erkennen, ebenso der mittlere, wagerechte Theil der Decke mit deren leichter Feldertheilung, die durch Wappen und Rosen verziert ist. Auch erscheinen die beiden Erker und die Hallenbinder in ihrer ganzen Entfaltung. Ueber dem Gurtgesims (vergl. Blatt 25) erheben sich die ebenfalls mit reicher Schaftmusterung versehenen, zweifach gegürteten oberen Säulen, zwischen deren Sockeln eine durchbrochene Steinbrüstung mit abwechselnd ausgebildeten Mafswerken sich hinzieht. Ueber der schon beschriebenen reichen Oberwand der oberen Hallen tritt dann ein kräftig gezeichnetes Gesims vor, über welchem eine zweite, reich durchbrochene Steinbrüstung sowie die obere Fensterwand aufsteigt. Der untere Theil dieser Fenster besteht aus zwei Gruppen von je drei Fenstern, die einzeln durch niedrige Kleeblattbögen geschlossen und durch einen kräftigen geraden Sturz zusammengefafst sind. Ueber letzterem bilden den Abschlufs der Fenstergruppe die weitgespannten, in die schrägen, lichtspendenden Dachflächen einschneidenden, im Tudorbogen angelegten Stichkappen, welche zusammen mit den Oberlichtern der Decke eine reichliche Beleuchtung der Halle bewirken, ohne dafs die Son-

nenstrahlen in unangenehmer Weise senkrecht in den Börsensaal einfallen können.

Die Decke der Börsenhalle, welche im wesentlichen nach den drei Seiten eines regelmäfsigen Sechsecks gebildet wurde, wird durch einen eigenartigen schmiedeeisernen Dachstuhl getragen, der eine ähnliche künstlerische Ausbildung erhalten hat, wie die Bahnhofshalle in Brügge (vergl. „Centralblatt der Bauverwaltung" 1887, Seite 282). Da die Säulen der Umgänge möglichst wenig belastet werden sollten, so wurden die als obere Gurtung der Binder wirkenden Sparren bis zu den Umfassungswänden des ganzen Gebäudes herabgeführt und dort mit den stark verankerten Unterzügen der Obergeschofsdecken durch Winkellaschen verbunden. Diese auch durch die oberen Hallen bis zu den Blausteinsäulen durchgehenden Unterzüge sowie die Strebesparren von I-förmigem Querschnitt bilden damit einen Theil der unteren Gurtungen des ganzen Bindersystems. Durch die über den Säulen aufsteigenden Stützen mit ⊢⊢-förmigem Querschnitt ist dann eine kräftige Dreiecksverbindung der unteren Bindertheile bewirkt. Aufserdem werden die Strebesparren, welche eine Gesamtlänge von rund je 28 m erhielten, nochmals durch die Unterzüge des Dachgeschofsfufsbodens gefafst, mit denen sie ebenfalls durch Winkellaschen verbunden sind. Durch zangen- und stützenartige Constructionstheile in Verbindung mit dem seitlichen einhüftigen und dem mittleren Halbkreisbogen, sämtlich von ähnlichem Querschnitt wie die Sparren, ist dann, frei in den Börsenraum hineinragend, ein festes, fachwerkartiges Gerippe gebildet, das in seiner Erscheinung an die reichen, im Inneren sichtbaren Holzdächer mit ihren kühnen Hänge- und Sprengewerken erinnert, wie sie viele englischen Kirchen seit dem 15. Jahrhundert zeigen — beispielsweise St. Stephan in Norwich, die Kirchen von Lavenham und Melford in Suffolk, die Marienkirchen in Oxford und in Beverley aus der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts — und wie sie von Raschdorff in glücklichster Weise bei der Wiederherstellung des Gürzenich in Köln ausgeführt wurden. Um den unteren, einhüftigen Bögen mehr Relief zu geben, sind dieselben noch an den Seiten durch schmiedeeiserne, mit Ueberwürfen befestigte Röhren verstärkt. Die in den Bogenzwickeln angeordneten Kreise bestehen aus ⊥ Eisen, die an den Berührungspunkten unter sich und mit den Hauptgliedern des Fachwerks vernietet sind. Sehr wirkungsvoll sind hier, wie auch in Brügge, die mittleren Zangen ausgebildet. Durch kleeblattförmig ausgeschnittene Bleche, welche parallel den senkrechten Stegen an die Aufsenseiten der kastenförmigen Zangen aufgelegt sind, entsteht eine Reihe von kleinen Dreipafsnischen, in deren Hintergrund mit lebhaften Farben Blattverzierungen aufgemalt sind. Am Vereinigungspunkte des unteren, einhüftigen Bogens, der Hängesäule, der Zange und des oberen Bogens sind dem Stile des ganzen Gebäudes angepafste Verkleidungen angebracht, welche diese Bauglieder harmonisch in einander überführen und wodurch das angestrebte System klar zum Ausdruck gebracht wird (vergl. Blatt 23). Die Hauptbinder — vier an der Zahl — sind in der Längenrichtung der Halle unter sich und mit den Giebelwänden durch neun Reihen von Pfetten verbunden, von denen vier in reicherer Weise ausgebildet wurden. Unter den letzteren spannt sich ein Längenverband aus gebogenen, schmiedeeisernen Rohren mit Zwickelkreisen durch die ganze Halle hin. Das reiche Laub- und Blüthenwerk, welches sich über die Binderzwickel und Längsverbindungen in üppiger Weise rankt, und das in der Zeichnug etwas unruhig erscheint, sich aber thatsächlich von unten gegen die hell beleuchtete Oberwand der Halle gesehen wirkungsvoll abhebt, ist in kunstvollster Weise als Handschmiedearbeit hergestellt. Und wenn es auch einen so günstigen Eindruck wie das später ausgeführte, flüssig gezeichnete Rankenwerk der Brügger Bahnhofshalle nicht macht, so wird man der hier versuchten künstlerischen Ausbildung der Eisenconstruction doch ein gefälliges Aussehen zugestehen müssen. Mit den belebten Dachbindern und den reich ausgemalten mittleren Deckenfeldern vereinigt sich der flache Tudorbogen über den Oberfenstern und das reiche Mafswerk zu einem eigenartigen Gesamtbilde. Auch treten die etwas schwerfällig zusammengesetzten Querschnitte der Bauglieder bei der Gröfse des überdeckten Raumes durchaus nicht störend auf. Zu bemerken ist noch, dafs für eine Ausdehnung der Eisentheile, die nach obigem zum Theil ganz beträchtliche Längen erhalten haben, keinerlei Vorsorge getroffen wurde. Dieser Umstand könnte bei einem Brande, der allerdings durch den nahezu vollständigen Ausschlufs aller brennbaren Baustoffe wahrscheinlich keinen grofsen Umfang annehmen würde, leicht verhängnifsvoll werden. Das Rankenwerk der Binder stellt diejenigen Pflanzen dar, welche die Hauptgegenstände des Antwerpener Handels liefern. An den westlichen Bindern bemerkt man die Weinrebe, das Zuckerrohr, die Kaffeestaude und die Reisähre, an der Ostseite Tabakspflanzen, Baumwollen- und Theestauden und verschiedene Getreidearten. In den Zwickelkreisen der Binder sind die Wappen derjenigen Gilden angebracht, welche in Beziehung zum Handel stehen. Die mittleren Felder des wagerechten Deckentheiles zeigen den belgischen Löwen abwechselnd mit den Wappen der Provinz und der Stadt Antwerpen in lebhaften Farben aufgemalt, in den Randfeldern wurden rothe und weifse rosenartige Muster dargestellt in Anlehnung an die das Antwerpener Stadtwappen umkränzenden rothen und weifsen Rosen. In den Mafswerks-Verzierungen über den Bogenstellungen des Obergeschosses erkennt man noch kleine Wappenschilder, welche die Farben und Heroldsbilder derjenigen Staaten tragen, mit denen Antwerpen vorzugsweise Handelsbeziehungen unterhält.

Die sämtlichen Arbeiten zur Wiederherstellung der Börse wurden im October 1868 für die runde Summe von 740000 ℳ vergeben. Die Leitung des Baues wurde Schadde übertragen, dessen liebenswürdigem Entgegenkommen der Unterzeichnete auch die Ueberlassung der Zeichnungen und einen grofsen Theil der hier niedergelegten Angaben verdankt. Die Ausführung, namentlich die der reichen Steinmetzarbeiten, mufs eine tadellose genannt werden; die Wirkung des grofsen Raumes, der in glücklichster Weise das Gepräge der flämisch-gothischen Schule trägt, ist eine geradezu überraschende. Zu den Gründungen und Hintermauerungen, etwa 836 cbm Mauermasse, wurden Ziegel gewählt, die in Belgien den Namen „Klampsteen" oder „Papensteen" führen, und welche in Bloom und Umgegend in der Provinz Antwerpen hergestellt werden. Zu den Hallensäulen, den durchgehenden wagerechten Gesimsen usw. wurde der dunkelblaue Stein von Ecaussines, südlich von Brüssel, im gewerbreichen Hennegau, verwendet, welcher den Namen „petit granit" trägt. Für diese mit etwa 77000 ℳ in den Anschlag eingestellten Steinmetzarbeiten wurden drei verschiedene Einheitspreise bezahlt: die rohen, nur mit dem Spitzhammer

behauenen Unterlagssteine der Erdgeschofssäulen (47,26 cbm) stellten sich zu 104 ℳ, die geschliffenen wagerechten Gesimse, Treppenstufen usw. (140,32 cbm) zu 144 ℳ, die reichen, mit Bildhauerarbeiten gezierten Säulen (176,07 cbm) zu 296 ℳ für das Cubikmeter. Es wurde früher bemerkt, dafs die Säulen der alten Börse von 1531 aus mehreren Theilen zusammengesetzt waren und dafs die Schaftverzierungen bei jeder Säule zwei verschiedene Muster zeigten. Bei den unteren Umgängen behielt der Architekt dieselbe Ausbildung bei, liefs aber die Säulen aus einem Stück herstellen. Die Stützen des Obergeschosses, ebenfalls jede aus einem Stück gefertigt, erhielten durch eine zweifache Gürtelung dreitheilige Schäfte, die bei jeder Säule von den gleichen Mafswerksmustern überzogen sind. Zu den Kleeblattbögen, den Fenstereinfassungen, den Brüstungen und den übrigen Wandbekleidungen (rund 1005 qm) wurden harte gelbe Kalksteine der Liasformation, „Liais de Brouvilliers" genannt, verwendet, welche bei Merlay, im französischen Maas-Departement gebrochen werden. Die Bearbeitung und der bildnerische Schmuck dieser Steine wurde jedoch von Antwerpener Meistern für die Summe von 112000 ℳ, das Material eingeschlossen, ausgeführt. Die Fufsböden der Umgänge wurden mit grauen und dunkelblauen Granitplatten belegt, die aus belgischen Brüchen herstammen, und zwar aus Grandglise im Hennegau an der Eisenbahn Ath-Blaton und von Samson in Naméches (Provinz Namur). Die Ausführung des eisernen Dachstuhls mit allen Verzierungen wurde von dem Ingenieur J. Paris-Isaac in Marchiennes-au-Pont, unweit von Charleroi, für die Summe von 188560 ℳ übernommen, das Zink zur Deckung der Dächer und zur Herstellung der Rinnen lieferte die Gesellschaft Vieille Montagne, deren sehr ergiebige Galmeigrube bei Moresnet, dem an Preufsen und Belgien gemeinschaftlich abgabepflichtigen neutralen Gebiet zwischen Aachen und Verviers, liegt.

Durch diesen stattlichen Neubau bereitete Meister Schadde dem Handel der Stadt Antwerpen, des ersten Seehafens des europäischen Festlandes, wiederum eine würdige Stätte, jenem Handel, an dem ja auch bekanntlich Deutschland in ganz hervorragendem Mafse betheiligt ist, namentlich seit der Vollendung der Gotthardbahn und seitdem Antwerpen als Anlaufhafen der grofsen, vom deutschen Reiche unterstützten Dampfer des „Norddeutschen Lloyd" nach der Levante und nach Ostasien gewählt wurde. C. Peiffhoven.

Die Stiftskirche St. Cyriaci in Gernrode.*)

(Mit Zeichnungen auf Blatt 27 bis 29 im Atlas).

Geschichtliches.

Die Gründung des Stifts und der Kirche der an den nordöstlichen Ausläufern des Unterharzes, etwa eine halbe Meile südlich vom alten, vielthürmigen Quedlinburg gelegenen kleinen Stadt Gernrode erfolgte durch den Markgrafen Gero, von welchem auch die Stadt den Namen führt. Geboren im Jahre 890 aus dem Geschlechte der Grafen von Stade, ward er von dem ersten Heinrich aus sächsischem Hause im Jahre 927 zum Markgrafen der Lausitz und im Jahre 939 vom Kaiser Otto I. zum Markgrafen und Herzog der Ostmark erhoben. Mit Glück führte er die Vertheidigung der Ostgrenze gegen die Wenden, welche er theils unterwarf, theils zurückdrängte. Im Kampfe des Jahres 959 fiel, nachdem ein anderer Sohn schon früher verstorben war, sein noch einziger Sohn Siegfried. Derselbe hinterliefs als Wittwe Hedwig, geboren im Jahre 939, Tochter des Grafen Wichmann d. Ae. und Nichte der Kaiserin Mathilde. Um dieser, welche nach dem Tode ihres Gemahls den Schleier genommen hatte, eine sichere Stätte zu bereiten, gründete Gero zu Gernrode ein Nonnenkloster. Hedwig wurde die erste Aebtissin, verblieb in dem Amte bis zu ihrem am 4. Juli im Jahre 1044 erfolgten Tode und wurde in der Stiftskirche beigesetzt. Höchst wahrscheinlich wollte Gero zugleich, nach damaliger Sitte der Grofsen, sich und den Seinen in dem Kloster, an geweihter Stätte, eine dauernde Ruhestätte sichern. Weiteren Anlafs zu der Stiftung gab vielleicht auch tiefe Reue über einen verabscheuungswürdigen Mord, welcher auf Geros Befehl an dreifsig wendischen Fürsten begangen worden war, indem er dieselben zu Verhandlungen zu sich lud, nach dem Erscheinen aber in heimtückischer Weise nach einem Mahle umbringen liefs.

Mit dem Bau des Klosters wurde im Jahre 960 begonnen, die Stiftungsurkunde und die kaiserliche Bestätigung der Frauenabtei sind jedoch erst im Jahre 961 ausgestellt werden. Auch von späteren Kaisern wurde die Bestätigung wiederholt und besonders noch dem Stift die Reichsunmittelbarkeit, sowie das Recht verliehen, sich nach eigenem Ermessen die Aebtissin und den Schirmvogt zu wählen. Um auch vom Papste Johann XII. eine Bestätigungsbulle zu erlangen, pilgerte Gero im Jahre 963 nach Rom, legte am Grabe des heiligen Petrus seine Waffen nieder und weihte sich selbst sowie all sein Gut dem Dienste Gottes. Zugleich mit der Bulle erhielt Gero als kostbare Reliquie einen Arm des heiligen Cyriacus, seines Schutzpatrons, und demselben weihte er, nach seiner Rückkehr nach Deutschland, alsdann auch die damals schon in der Ausführung begriffene Stiftskirche, nachdem dieselbe ursprünglich der Mutter Gottes und dem heiligen Petrus gewidmet war. Jedoch wurde, neben dem Hochaltar des heiligen Cyriacus, in der südlichen Nebenapside ein Altar des heiligen Petrus und in der nördlichen ein solcher der heiligen Jungfrau errichtet. Es ist zu vermuthen, dafs damals etwa die Krypta, der Ostchor und das Kreuzschiff unter Dach gebracht waren. Durch eine neue Stiftungsurkunde vom Jahre 964 wurde von Gero die Schenkung des ganzen Eigenthums dem Stifte nochmals bestätigt. Auch

*) Benutzte Quellen:
O. von Heinemann, Schriften über Albrecht den Bären und die Kirche in Gernrode.
Schnaase, Geschichte der bildenden Künste im Mittelalter.
Beckmann, Historie des Fürstenthums Anhalt.
Puttrich, Denkmale der Baukunst des Mittelalters.
Urkundliches der Klöster Anhalts, von Pastor Th. Stenzel in Lausigk.

wurde das letztere gegen einen jährlichen Zins von einem Pfund Silber, welchen Gero dem römischen Stuhle auf dreifsig Jahre voraus bezahlte, zu einer derjenigen Abteien, welche unmittelbar unter der Aufsicht der Päpste standen. Gleichzeitig wurde das schon früher von Gero angelegte Mönchskloster zu Frose in ein Frauenstift verwandelt und mit Gernrode derart verbunden, dafs beide Klöster von nun an der jedesmaligen Aebtissin von Gernrode unterstellt sein sollten. Kurz darnach, am 20. Mai im Jahre 965, starb der alte Markgraf und wurde seinem Wunsche gemäfs in der Kirche bestattet. Ganz vollendet wird der Bau derselben damals kaum gewesen sein, vielleicht war das Langhaus inzwischen hergestellt worden. Wann die Kirche vollendet wurde, ist überhaupt nicht mehr zu ermitteln, eine Urkunde hierüber ist nicht aufgefunden worden. Aus der ersten Bauzeit, etwa vom Jahre 963 bis 990 sind aber jedenfalls die östliche Krypta mit Choraufbau, das Quer- und Langhaus sowie der westliche Abschlufs mit Vorhalle und beiden Thürmen hervorgegangen. Mit dem Markgrafen Thietmar II. starb Gero's Geschlecht im Jahre 1034 aus und die Schutzvogtei von Gernrode ging auf die Askanier über, welche dieselbe von nun ab als Lehen des deutschen Reichs besafsen. Der erste, von welchem dies urkundlich feststeht, war der Markgraf Albrecht der Bär, gestorben am 18. November im Jahre 1170, der grofse Ahnherr des noch heute regierenden Anhaltischen Fürstenhauses, welches das Amt der Schutzvögte von jener Zeit bis zur Aufhebung des Klosters verwaltet hat.

Unter der am 30. März des Jahres 1118 erwählten Aebtissin Hedwig III. scheinen mancherlei Um- und Neubauten zur Ausführung gebracht worden zu sein. Im Jahre 1136 stiftete sie zu Ehren des heiligen Johannes und anderer Heiligen eine Capelle und verband damit ein Armenhaus. Bischof Rudolph von Halberstadt vollzog am 8. October 1136 die Einweihung dieser Capelle. Auch fällt etwa in diese Zeit der völlige Umbau der Kirche selbst. Die ursprüngliche, mit den Emporen der Seitenschiffe verbundene westliche Empore wurde abgebrochen, daselbst zwischen den Thürmen eine Apsis angelegt und eine weitere Krypta erbaut. Diese Anlage wurde dem heiligen Metronus geweiht. Höchstwahrscheinlich ist auch erst bei diesem Umbau das zwischen den Thürmen sich erhebende Glockenhaus nebst der entsprechenden Erhöhung der ersteren zur Ausführung gebracht. Ferner wurden in den beiden Kreuzflügeln Emporen mit darunter befindlichen Capellen und ebenso eine Capelle im südlichen Seitenschiff eingebaut. Einer noch späteren Zeit, worüber übrigens Näheres nicht bekannt ist, entstammt die an die Kirche grenzende Nordseite des zweistöckigen Kreuzgangs der Klosteranlage. Von da ab blieb die Kirche bis etwa zum 16. Jahrhundert von Umbauten verschont, obwohl sie mit der Abtei wechselvolle Schicksale genug durchzumachen hatte.

Im Jahre 1521 war es, dafs die damalige Aebtissin Elisabeth als die erste der reichsunmittelbaren Aebtissinnen, öffentlich zur lutherischen Lehre übertrat, nachdem sie sich im selben Jahre am 25. Februar durch einen besonderen Abgesandten auf dem Reichstage in Worms die Privilegien des Stifts vom Kaiser Karl V. von neuem hatte bestätigen lassen. Mit bewundernswerther Entschlossenheit führte sie die Reformation im Stifte durch und legte Schulen, sowie ein evangelisches Krankenhaus an. Das heruntergekommene Stift hob sich unter ihrer Verwaltung nach und nach wieder zu Wohlhabenheit, sodafs auch das zerfallene Grabmal Gero's im Jahre 1519 durch ein neues ersetzt werden konnte, welches noch heute besteht. Elisabeth verstand es, als im Jahre 1525 der grofse Bauernaufstand ausbrach, die Aufrührer zum Gehorsam zurückzuführen, und es entging so das Kloster der Zerstörung. Am 11. April im Jahre 1532 starb Elisabeth und wurde im nördlichen Seitenschiff am Mittelpfeiler bestattet. Der Grabstein ist noch vorhanden. Nach dem westfälischen Frieden im Jahre 1648 fiel die Abtei dem Hause Anhalt förmlich anheim. Hiernach beginnt die Zeit der Verunstaltungen für die Kirche. Das Innere ward durch Betstübchen und Holzemporen vollständig verbaut, die oberen Bogenstellungen zwischen Haupt- und Seitenschiff sowie auch das nördliche Kreuzschiff wurden vermauert. Die kleine Apside daselbst ward abgebrochen, die Bemalung der Wände übertüncht. In unserem Jahrhunderte richtete man die Krypta zum Kartoffelkeller, den Rest der beinahe ganz verfallenen Kreuzgänge zu Schweineställen, den Dachraum über der südlichen Empore zum Strohboden ein. Die bis zu den dreifsiger Jahren vorhandenen Grabsteine wurden zumeist zerschlagen und zur Erneuerung der zum hohen Chor führenden Stufen verwendet. Während die Klostergebäude verfielen und abgebrochen wurden, blieb die Kirche selbst jedoch, trotz aller verständnifslosen Ein- und Umbauten in ihren Haupttheilen unberührt. Im Jahre 1858 endlich wendete das Anhaltische Fürstenhaus, eingedenk seiner alten Schutz- und Schirmherrschaft dem alten Bauwerke erneute Fürsorge zu und beschlofs die würdige Wiederherstellung der Anlage, welche so noch zu rechter Zeit vor gänzlichem Verfall gerettet worden ist. Schon im folgenden Jahre, unter der Regierung des letzten Herzogs von Anhalt-Bernburg, Alexander Karl und dessen Gemahlin-Mitregentin, Herzogin Friederike geb. Prinzessin von Holstein-Glücksburg, wurde mit den Arbeiten begonnen. Die erforderlichen Gelder wurden bewilligt, nachdem der Conservator der Denkmäler in Preufsen, v. Quast, die Pläne zur Wiederherstellung geliefert hatte. Das ehemalige Klostergut ward wieder angekauft und somit ermöglicht, die Kirche selbst durch Niederlegung der zum gröfsten Theil ganz baufälligen Anbauten frei zu stellen. Unter besonderer Leitung des damaligen Baumeisters Hummel, jetzigen Bauraths in Zerbst, schritten die Bauarbeiten rüstig vorwärts und wurden in dem Sinne betrieben, dafs die Kirche nach dem Vorbilde der im 12. Jahrhundert umgebauten Anlage wiederhergestellt werden sollte. Im Jahre 1863 starb Herzog Alexander Karl, aber auch noch nach dem damit erfolgten Anheimfallen Bernburgs an Dessau wurden unter Herzog Friedrich Leopold die Arbeiten weiter gefördert. Dieser erlebte die Fertigstellung nicht, erst unter der Regierung seines Sohnes Friedrich ward die Wiederherstellung der Kirche mit Vollendung der Wandmalereien in der westlichen Apsis zum Abschlufs gebracht und die weitere Erhaltung des Baudenkmals nunmehr auf Staatskosten übernommen.

Gesamtanordnung der Kirche.

Die Kirche ist eine langgestreckte Basilika und bestand ursprünglich aus einem dreischiffigen Langhaus nebst Vorhalle und Emporenanlagen, einem Kreuzschiff mit zwei kleinen Apsiden, einem Altarhaus mit gröfserer Apsis, sowie zwei runden Thürmen an der Westseite der Nebenschiffe. Mit Ausnahme der gewölbten Apsiden und der unter dem Altarhause befindlichen Krypta haben sämtliche übrigen Räumlichkeiten gerade Holz-

decken. Ueber dem Mittel- und Kreuzschiffe sind Satteldächer von gleicher Firsthöhe, über den Nebenschiffen an das höhere Hauptschiff sich anlehnende Pultdächer und schliefslich über den Apsiden und runden Thürmen halbe, bezw. ganze kegelförmige Dächer errichtet.

Es würde zu weit führen, hier den regelmäfsigen, streng einer Art Zahlengesetz folgenden Plan darzulegen, welcher gewissermafsen als das Gedankenbild der Aufrifs- und Grundrifsanordnung unserer Kirche zu Grunde liegt und die Abmessungen der einzelnen Haupttheile derselben aus dem Grundquadrate der Vierung ableitet. Dafs er den Erbauern vorgeschwebt hat, darf wohl behauptet werden, wenn auch das Bauwerk Abweichungen und Unregelmäfsigkeiten aufweist, wie sie bei der Uebertragung in die Wirklichkeit sich einstellten und wie sie sich bei späteren Bauten mit der weiter fortschreitenden Entwicklung in den verschiedenen Jahrhunderten mehr oder weniger ausbildeten. Der Grundrifs ist nicht durch Wiederholung voller Quadrate abgeleitet, deren Abmessungen genau gleich der ganzen oder halben Seite der Vierungsfläche sind. Vielmehr ist, abgesehen von der bei vielen alten Bauwerken zu beobachtenden, nicht genau rechtwinkligen Anlage, im Mittelschiffe die Aneinanderreihung zweier Quadrate an den betreffenden Stellen durch Pfeiler nur angedeutet, während im übrigen Säulen zum Tragen der hohen Wände zwischen Mittel- und Seitenschiffen angeordnet sind. Die Seitenabmessungen der beiden Vierecke sind in der Richtung der Hauptachse kürzer als die anderen, der Breite des Mittelschiffes entsprechenden. Aehnliches gilt von den Seitenschiffen und der Vorhalle. Die zu beiden Seiten der Vierung angelegten Kreuzflügel haben gleichfalls keine quadratische Grundform, welche erst bei späteren Bauten vorkommt, sondern treten gegen die Seitenschiffe nur um die Mauerstärke hervor. Dieser geringe Vorsprung erinnert noch ganz an die Kreuzschiffbildung

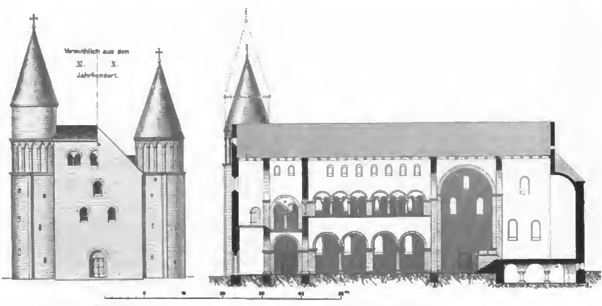


Abb. 1. Westansicht. Abb. 2. Längenschnitt.

der altchristlichen Basiliken, welche hier noch mit einer gewissen Aengstlichkeit möglichst beibehalten wurde. Das Kreuzschiff bildet jedoch nicht mehr, wie dort, einen einzigen ungetheilten Querraum, vielmehr ist das mittlere Quadrat von vier Pfeilervorlagen und Gurtbögen begrenzt.

Die Seitenschiffe der Kirche sind durch Einlegen von Balkendecken mit Emporen versehen, welche einerseits durch Oeffnungen in den äufseren Umfassungswänden Licht empfangen, andererseits durch solche in den hohen Wänden zwischen Haupt- und Nebenschiffen nach ersterem geöffnet sind.

Der von beiden Thürmen begrenzte westliche Abschlufs des Langhauses, die den Haupteingang und eine Empore enthaltende Vorhalle, war allem Anschein nach ursprünglich in folgender Weise angelegt: Der Emporenfufsboden war aus zwei Absätzen gebildet, von denen der nach dem Mittelschiff belegene in gleicher Höhe mit dem Fufsboden der Seitenschiff-Emporen umlief, sodafs also ein unbehinderter Umgang auf der Gesamtemporenanlage stattfinden konnte. Der andere lag um einige Stufen höher. Zu dieser Annahme giebt die Höhenlage der noch vorhandenen, jetzt zugemauerten Thüren Anlafs, welche von der Empore nach den Thürmen führen. Um den erwähnten Absatz in der Unteransicht zu verdecken, war zwischen diesen beiden Theilen, ebenso wie beim Abschlufs der Vorhalle gegen das Mittelschiff, ein zweibogiger Unterbau errichtet, welcher sich im Emporenraum in einen einfachen Gurtbogen auf Pfeilervorlagen auflöste. Die östliche Wandung der Empore selbst, sowie auch die Fensteranlagen im Westen waren etwa in gleicher Weise wie bei den Seitenschiffen hergestellt. Zur Abdeckung der Empore war die Mittelschiff-Balkenlage mit Satteldach bis zur westlichen Aufsenwand durchgeführt, es mögen hier im Dachraum die Glocken, wenn solche in den ersten Zeiten überhaupt vorhanden waren, aufgehängt gewesen sein. Ueber das Hauptgesims des Mittelschiffs erheben sich mit einem freien Stockwerk die beiden Treppenthürme. Von ihnen gelangte man vermittelst kleiner Gänge mit Satteldeckungen zum Dachraum über dem Mittelschiff.

Die obere Stockwerkshöhe der Thürme ist etwa gleich zwei Drittel des Durchmessers, die Höhe des Dachhelms gleich zwei Durchmessern oder einer Seite des Grundquadrats. Zur Erleuchtung waren in den Thurmumfassungen einfache Schlitze angebracht. Der östliche Abschlufs der Kirche, das Altarhaus, hat einen gegen die Vierung erhöhten Fufsboden erhalten, unter welchem die durch Fenster in den Aufsenwänden erleuchtete Krypta angelegt ist. Zu beiden Seiten der von der Vierung nach dem Altarhause führenden Treppe sind Ambonen, von ersterer zugänglich, errichtet.

Umbauten in romanischer Zeit.

Nach den oben mitgetheilten geschichtlichen Nachrichten ist die gegen Ende des 10. Jahrhunderts vollendete ursprüngliche Kirchenanlage erst zu Anfang des 12. Jahrhunderts durch einen Umbau, welcher auch demnächst für die Wiederherstellung mafsgebend blieb, wesentlich verändert worden (siehe Blatt 27 und 28 im Atlas). Der Eingang zur Vorhalle und die nach dem Mittelschiff vortretende Empore zwischen beiden Thürmen wurden damals mit allem Zubehör abgebrochen und eine Apsis mit Fensteröffnungen nach Westen angebaut. Gleichzeitig wurde hier der Fufsboden tiefer gelegt und eine Krypta eingewölbt. Die sich über letzterer erhebende und vom nördlichen Thurme zugängliche neue Empore hat etwa gleiche Fufsbodenhöhe mit dem Altarhaus und der Apsis in Osten erhalten. Zwischen beiden Thürmen und über dem östlichen Theile der Empore ist ein zweistöckiges Glockenhaus aufgebaut worden, wobei die Thürme eine entsprechende Erhöhung erhalten haben. Ferner sind zu jener Zeit zur Herstellung von Capellen in den beiden Kreuzflügeln neben der Vierung, jedoch ohne Tieferlegung des Fufsbodens, ähnliche, auf je zwei Pfeilern und vier Säulen ruhende Gewölbeabdeckungen errichtet worden. Die Fufsböden der hierüber befindlichen Emporen liegen gleich hoch, aber um einige Stufen höher als der Fufsboden des Altarhauses. Die nördliche dieser beiden Emporen ist offenbar früher von einem sich anlehnenden Klostergebäude oder durch eine hohe Freitreppe unmittelbar von aufsen zugänglich gewesen, denn kaum anders sind die daselbst in der nördlichen Wand befindlichen beiden zweibogigen Oeffnungen zu erklären. Die südliche Empore war, wie auch die Capelle darunter, mit dem nördlichen, vormals zum Kloster gehörigen und noch bestehenden Kreuzgange durch Thüren verbunden. Aus dieser Zeit mag auch der merkwürdige Einbau im südlichen Seitenschiffe, die kleine Bufscapelle mit ihrem Vorraume, herrühren, welche sich daselbst an den Kreuzflügel anlehnt und ähnlich in keiner anderen Kirche wiedergefunden wird.

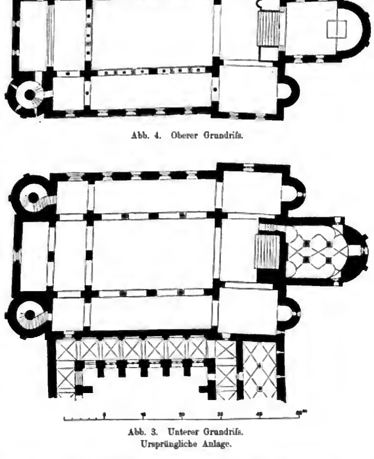


Abb. 4. Oberer Grundrifs.

Abb. 3. Unterer Grundrifs. Ursprüngliche Anlage.

Wenn man nun einerseits der gedachten Ueberlieferung, dafs dieser ganze Umbau im Anfange des 12. Jahrhunderts zur Ausführung gelangt sei, wird Glauben schenken müssen — und nach dem bekannten Eckblatt der Säulenbasen kann dies für die Theile, wo dasselbe vorkommt, als sicher angenommen werden — so spricht andererseits ein Umstand dafür, dafs im Aufbau des Glockenhauses und wahrscheinlich auch in dem der Thürme **früher schon ein Umbau** stattgefunden hat. Die Aufsenseite der Thürme nämlich ist in der Weise ausgebildet, dafs der Unterbau schlichte Verstärkungspfeiler zeigt, während das von einfachen Gesimsen begrenzte, darüber befindliche Stockwerk durch eine gröfsere Zahl schwacher Wandpfeiler leichter gegliedert wird. Hierüber konnte sich nach dem ersten Entwurfe nur noch das Dach erheben, oder allenfalls ein noch leichter gegliedertes Stockwerk. Dafs letzteres bei der ursprünglichen Anlage vom 10. Jahrhundert nicht in Aussicht genommen war, läfst sich daraus schliefsen, dafs die eingebaute Steintreppe nur bis zu dem oberen Gesims des an der Aufsenseite mit Wandpfeilern versehenen Stockwerks aufgeführt worden ist. Bei der gegenwärtigen Ausführung erkennt man nun (Abb. 2) im Innern des obersten Raumes vom Glockenhause, und zwar in der Südseite des nördlichen Thurmes, Spuren

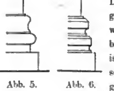
von der Vermauerung einer alten Fensteröffnung. Dieses Fenster hat für die gegenwärtige Anlage keinen ersichtlichen Zweck, man kann aber aus seinem Vorhandensein schliefsen, dafs bei Herstellung desselben das oberste Stockwerk des Glockenhauses noch nicht bestanden hat. Es mufs also, wie oben bemerkt, vor dem im 12. Jahrhundert bewirkten Umbau schon einmal ein solcher stattgefunden haben. Als Zeitpunkt hierfür kann nur allgemein das 11. Jahrhundert, als zwischen den Zeiten des Neubaues und des uns bekannt gewordenen Umbaues, angenommen werden. Wie dieser frühere Umbau sich gestaltet haben mag, darüber lassen sich nur Vermuthungen aussprechen. Wahrscheinlich war aber der damals somit nur einstöckig angelegte Glockenhausaufbau über der Empore mit drei zweibogigen Fenstern versehen (Abb. 1), wie sich auch die gegenwärtige Anlage im oberen Stockwerk zeigt. Und möglicher Weise war auch über dem mit Wandpfeilern besetzten Thurmgeschosse nur noch ein solches errichtet, welches unmittelbar das Kegeldach trug. Mag dem nun sein, wie ihm wolle, jedenfalls erscheint die gegenwärtige Anlage durch das zweigeschossige Glockenhaus etwas gedrückt und man hätte vielleicht besser gethan, dasselbe bei der Wiederherstellung des Bauwerks nur eingeschossig auszuführen.

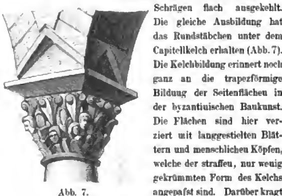
Beschreibung der einzelnen Bautheile der jetzigen Kirche.

Als ältester Theil unserer Bauanlage ist wohl unstreitig die unter dem Ostchor befindliche Krypta anzusehen, da man mit dem Bau der Kirche im Osten zu beginnen pflegte. Auch bestätigen die einfachen und derben Formen dieses Bautheiles eine solche Annahme. Das nach theils sich durchdringenden, theils einfachen Cylinderflächen gebildete Kreuz- oder Tonnengewölbe tritt ohne Gesimsvermittlung unmittelbar aus den Umfassungswänden hervor und wird von vier kurzen Pfeilern mit weitausladenden Gesimsen und Basen getragen, zu deren Bildung flachgeschweifte Hohlkehlen und Platten, sowie einfache und gekehlte Riemchen zusammen gestellt sind. Der Raum wird durch drei kleine rundbogige und ganz schlichte Fenster erleuchtet, deren eins in der ehemals für den Altar bestimmten, rechtwinkligen Nische angebracht ist. Sämtliche Gewölbe- und Wandflächen sind glatt geputzt. Der Zugang wird durch eine schmale Treppe unter dem Evangelien-Ambo von der Vierung her vermittelt. Ein zweiter Eingang bestand früher unter dem Epistel-Ambo, er ist bei den Wiederherstellungsarbeiten vermauert geblieben. Auf den Umfassungswänden der Krypta erheben sich das Altarhaus und seine Apsis, letztere mit zwei nach aufsen vorgelegten Verstärkungspfeilern, deren Einzelheiten aus Blatt 29 im Atlas ersichtlich sind.

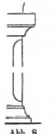
Das Vierungsquadrat ist an allen Seiten durch Gurtbogen auf vorgelegten Pfeilern begrenzt und das ganze Querhaus, wie das Altarhaus, mit einer flachen, aus reichgeschnitzten Eichenholzbalken und Brettverschalung bestehenden Holzdecke in gleicher Höhe überbaut. Die Pfeiler haben am Fufs und Kämpfer einfache, aus Platten, Kehlen und Riemchen gebildete Gesimse. Dagegen sind die Säulen, Pfeiler und Kragsteine, welche die Kreuzgewölbe der unter den Emporen befindlichen Capellen tragen, wie Blatt 29 im Atlas zeigt, in mannigfachster Weise ausgebildet. Bei den Säulen erkennt man überall die attische Basis mit dem die Zeit des Umbaues kennzeichnenden Eckblatte. Auf die verjüngten Schafte sind meist Würfelcapitelle gesetzt, theils mit, theils ohne Blattwerk, auf welche sich die Platte legt. Ein Capitell nur weicht hiervon durch unverjüngten Schaft und eine einem Krystallschnitt ähnliche Ausbildung ab. Die Pfeilergesimse haben Kehlen und Platten, bei den Kragsteinen kommt noch der Rundstab hinzu; vielfach wird durch Einfügen von Riemchen eine reichere Wirkung erzielt. Als Abschlufs nach der Vierung haben die Emporen der Kreuzarme bei der Wiederherstellung neue Brüstungen erhalten, deren Aufsenflächen durch Füllungen mit zwischenstehenden Säulchen geziert sind. Eine ähnliche Ausbildung zeigen die gleichfalls erneuerten Ambonen. In der Mitte der Vierung, vor der aus alten Grabsteinen gefertigten Treppe des Altarhauses, ist das Grabmal Gero's aufgestellt, welches nach der Inschrift im Jahre 1519 gefertigt wurde. Seine vier Seiten werden durch Ecksäulchen und Relief-Figuren verschiedener Heiligen geziert. Auf der Deckplatte ruht, in hohem Relief gearbeitet, die Gestalt Gero's in eiserner Rüstung, in der Rechten das Schwert, in der Linken die Fahne. Die Füfse stützen sich gegen einen schildhaltenden Löwen. Man erkennt alsbald, dafs man nicht eine Erneuerung des alten Grabmals vor sich hat, sondern ein ganz selbständig ausgeführtes Werk aus dem Anfange des 16. Jahrhunderts.

Das Mittelschiff besteht aus dem ursprünglich hierfür entworfenen Theile und einem kürzeren, welcher durch den mehrfach besprochenen Umbau als Verlängerung zu ersterem hinzutritt. Die Säulen unter den hohen Wänden des ersten Theils zeigen manche Eigenthümlichkeit. Die verjüngten Schafte stehen auf steil gegliedertem Fufs (Abb. 5 und 6), welchem die attische Basis ohne Eckblatt zu Grunde liegt. Der Rundstab ist indessen theilweise nur durch Abschrägen der Kanten einer Platte angedeutet, was die Formen noch schwer erscheinen läfst. Auch sind die unteren Schrägen flach ausgekehlt. Die gleiche Ausbildung hat das Rundstäbchen unter dem Capitellkelch erhalten (Abb. 7). Die Kelchbildung erinnert noch ganz an die trapezförmige Bildung der Seitenflächen in der byzantinischen Baukunst. Die Flächen sind hier verziert mit langgestielten Blättern und menschlichen Köpfen, welche der straffen, nur wenig gekrümmten Form des Kelchs angepafst sind. Darüber kragt die abgeschrägte Platte aus.


Abb. 5. Abb. 6.


Abb. 7.

Da aber das aufgehende Mauerwerk stärker ist, als das Säulencapitell, so hat ersteres an allen vier Seiten dreieckige Ausschnitte erhalten, deren Tiefe nach seinem Vortreten über das Capitell bemessen ist. Die zwischen den Säulen stehenden Pfeiler (Abbildung 8) sind ausgeeckt und haben Basen und Kämpfergesimse, wie solche bei den Pfeilervorlagen der Vierung bereits erwähnt sind. Aehnliches gilt auch von den Gesimsen der Pfeilervorlagen im Langhaus, der Pfeiler an den Bogenstellungen der Emporen in den Seitenschiffen und von dem Brüstungsgesims der Emporen. Die Säulen der Bogenstellungen dieser Emporen


Abb. 8.

haben ebenfalls steile attische Basen ohne Eckblatt und die sonst einfachen Capitelle laden nach zwei Seiten, der Wandstärke entsprechend, aus. Die Schafte sind abwechselnd von weichem Sandstein und hartem Kalkstein gearbeitet, was wohl der Ueberlegung zuzuschreiben ist, dafs die durch einen höheren Bogen nochmals gekuppelten Säulen das aufgehende Mauerwerk allein zu tragen haben.

Der zweite, kürzere Theil des Mittelschiffs öffnet sich an jeder Seitenwand mit einem Rundbogen, worüber in Höhe des Fufsbodens der Seitenschiff-Emporen eine zweibogige Oeffnung mit Säule angelegt ist. Diese diente als Zugang von der ursprünglichen westlichen Empore nach denen der Seitenschiffe. Zur Sicherung des Verkehrs auf letzteren ist vor der Oeffnung jetzt ein eisernes Geländer angebracht. Die Säulen hierselbst sind ganz nach Art der im Mittelschiff stehenden ausgebildet. Dasselbe gilt von den Säulen in denjenigen Durchgangsöffnungen der Seitenschiffemporen, welche in der Fortsetzung der östlichen Wand der abgebrochenen westlichen Empore liegen. Der im nördlichen Seitenschiff und unter der Empore liegende Raum ist mit der Capelle im anliegenden Kreuzarm durch eine Durchgangsöffnung verbunden. Dagegen besteht zwischen den Emporen dieser beiden Gebändetheile wegen des erheblichen Höhenunterschiedes der Fufsböden eine Verbindung nicht, man kann aber durch eine zweibogige Oeffnung, ganz ähnlich der vorbeschriebenen, von der höheren Empore des Seitenschiffs nach der im Kreuzarm belegenen herabblicken. Die Säule in dieser Oeffnung hat ein auffallend schweres Würfelcapitell. Auf der Südseite ist die untere Verbindung zwischen Seitenschiff und Kreuzschiff wegen des besonderen Einbaues in ersterem in Wegfall gekommen.

Die südliche Aufsenseite der Kirche ist auf Blatt 27 im Atlas abgebildet. Die Seitenschifffenster werden um etwa ihre halbe Höhe vom Kreuzgangdache verdeckt. Auf der Nordseite dagegen sieht man diese Fenster in ganzer Höhe, ebenso wie die über einem Gesims schwach vortretenden und durch Bogen verbundenen Wandpfeiler. Auch die Seitenschiffsfenster kommen hier zu voller Geltung. Sämtliche Dach-, Gurt- und Pfeilergesimse an den Aufsenseiten bestehen aus Platte und flach gekehlter Schräge. Der Sockel ist einfach abgeschrägt. Der neben der westlichen Ecke des nördlichen Seitenschiffs liegende Eingang ist in seiner ursprünglichen Form wiederhergestellt. Unter dem Rundbogen ist aber ein gerader Thürsturz eingefügt und das sich hierbei bildende halbkreisförmige Feld aufsen glatt gelassen, innen dagegen mit einem Werkstücke zugesetzt, welches von dem Thürbogenfeld einer alten Kirche in oder bei Grofsalsleben herrührt.

An der Aussenseite sind links und rechts der Thür und etwa in Scheitelhöhe des Bogens zwei aufrecht stehende Löwen in kleinen Nischen eingesetzt. Der gegenüberliegende Eingang, im südlichen Seitenschiff, ist ganz schmucklos.

Als der bei weitem merkwürdigste Bestandtheil des Langhauses ist schliefslich noch die eingebaute Bufscapelle, auch Capelle des heiligen Grabes genannt, zu erwähnen. Durch eine enge Thür mit geradem Sturz gelangt man vom Mittelschiff aus zunächst in einen kleinen Vorraum, ehemals dem heiligen Aegidius als Capelle geweiht. Der ganz schmucklose Raum war früher gewölbt und erhält nothdürftig Licht durch ein kleines Fenster vom Kreuzgange her. Eine weitere kleine, überwölbte und mit zwei Ecksäulchen verzierte Thür läfst uns zur Capelle eintreten. Auch dieser Raum war ehemals gewölbt und wird gleichfalls durch ein Fenster vom Kreuzgange her beleuchtet. Die Wandflächen enthalten Nischen, welche durch vortretende Halbsäulen, mit Rundbogen darüber, begrenzt sind. In der Nische der nördlichen Wand erkennt man aus verstümmelten Reliefiguren die Darstellung des heiligen Grabes, während vor der westlichen Nische das Standbild eines Mannes aufgestellt ist, welcher jetzt der Kopf fehlt. Nach der Kleidung und den Stäben in der Hand zu schliefsen, kann man die Figur für einen Bischof halten. An verschiedenen Stellen der Wandflächen erkennt man Spuren alter Malerei. Die im Langhause freistehende nördliche und westliche Wand des Einbaues sind an den Aufsenflächen sehr reich und mit den mannigfachsten Reliefs verziert, welche wohl zu den ältesten Bildwerken dieser Art gehören. Die nördliche Wand zeigt links neben dem Eingange zur Capelle des heiligen Aegidius eine Einfassung von Rankenwerk, welches aus dem Munde von menschlichen Köpfen herauswächst. Dazwischen bewegen sich Thiergestalten. Mitten in dem umrankten Felde sind zwei von Osten nach Westen schreitende weibliche Figuren mit Heiligenschein dargestellt, jetzt leider gröfstentheils abgeschlagen. Rechts vom Eingange ist die Mauerfläche durch eine Art Rahmen in verschiedene Felder getheilt. In den oberen sind Christus, Maria und eine unbekannte weibliche Figur abgebildet, in einem unteren Felde sieht man zwei geradlinige Verzierungen. Das Mittelfeld der westlichen Wand, durch einen Rundstab eingefafst, besteht aus drei durch Pfeiler geschiedenen Theilen. Der mittlere enthält eine betende weibliche Gestalt in langem Gewande. Zu beiden Seiten stehen in halbrunden Nischen Säulen mit attischer Basis und korinthisirendem Capitell. Hierum ziehen sich zwei Einfassungen von Rankenwerk. In den oberen Ecken der mittleren und breiteren derselben stehen Moses und Johannes der Täufer, dazwischen das Lamm Gottes, von Adler und Löwe begleitet. Unter Moses und Johannes und in der unteren, wagerechten Strecke sind ebenfalls Thiergestalten in das Rankenwerk eingefügt. Die äufsere Rankeneinfassung ist schmaler und die Ranken sprossen hier aus dem Munde von Menschen- und Fisch-Köpfen. Die sinnbildliche Bedeutung dieser Bildwerke festzustellen, ist sehr schwierig.

Der Grundrifs des Westchors umfafst den zwischen beiden Thürmen in Breite des Mittelschiffs belegenen Raum und eine vorgebaute, halbkreisförmige Apsis. Die Kreuzgewölbe der Krypta hierunter ruhen auf acht freien und zwei Wandsäulen, deren Ausbildung (Blatt 29 im Atlas) wiederum Zeugnifs ablegt von dem erfinderischen Geiste des Baumeisters. Drei kleine Fenster in der Apsiswand führen Licht zu. Der Fufsboden ist, wie auch sonst in der Kirche, mit Steinplatten belegt. Der Abschlufs gegen das Mittelschiff wird durch eine bei der Wiederherstellung neu errichtete Bogenstellung auf Zwillingssäulen mit Emporen-Brüstung gebildet. Blatt 29 im Atlas enthält oben die Abbildungen der mannigfach gestalteten Capitelle der Brüstungssäulchen.

Auf der Empore ist die zweitheilige Orgel aufgestellt. Unter dem Dachgesims der Apsis läuft eine Zwerggalerie herum, deren zierliche, durch Bögen verbundene Säulchen auf einem Gesims stehen. Das Glockenhaus enthält in seinem unteren, durch einfache Rundfenster erhellten Raume die Uhr, im oberen Geschosse die Glocken, deren Schall durch drei westliche und zwei östliche, zweibogige Oeffnungen ins Freie dringt.

Es erübrigt, bevor wir uns von der Beschreibung des Kircheninneren abwenden, noch wenige Worte über die Ausstattungsstücke desselben zu sagen.

Der bei der Wiederherstellung der Kirche neu errichtete Altar steht auf einem einstufigen Unterbau, hat an den vier Seiten hervortretende Pfeiler mit mehrfach gegliederten Sockeln und zeigt in der Verbindung derselben die bei dem nördlichen Thurmaufbau in Anwendung gekommene, eigenthümliche und offenbar der Holzconstruction nachgebildete Dreiecksabdeckung, statt der sonst üblichen Rundbogen. Die Gliederung des Sockels besteht aus Schrägen und Rundstab, die Pfeiler haben Knäufe, welche korinthischen Capitellen ähneln. Ihre Flächen sind, wie die Hohlkehle der Dreieckabdeckungen und der Altarplatte, und wie auch die zwischen den Dreiecken sich bildenden Flächen, mit Verzierungen geschmückt. Der an den nordwestlichen Vierungspfeiler sich anlehnenden, gleichfalls bei der Wiederherstellung neu errichteten Kanzel hat offenbar die der Kirche zu Wechselburg als Vorbild gedient. Sie ist zwar sehr sorgfältig ausgeführt, dürfte aber besonders wegen der sehr modernisirt erscheinenden Gestalt Christi kaum viel Beifall finden. Der vor der Westkrypta aufgestellte alte Taufstein ist von achteckiger, prismatischer Form. Sockel und Bekrönungsgesims haben schönes Blattwerk, die Seitenflächen Figurenschmuck. Der Stein hat, bevor er wieder zu Ehren gebracht wurde, lange Jahre auf der Domäne in Grofsalsleben als Wasserbehälter gedient.

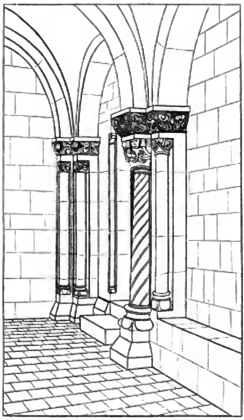


Abb. 9. Von der inneren Ansicht des Kreuzganges.



Abb. 10. Von der äufseren Ansicht des Kreuzganges.

Die Thürme sind im wesentlichen bereits in dem von den Umbauten handelnden Abschnitte geschildert, ihre Gestalt aus den Zeichnungen ersichtlich. Eigenthümlich ist die Capitellform der in den Fenstern des obersten Thurmgeschosses stehenden Säulchen, bei diesen Capitellen sind von dem Würfel, aus welchem sie gearbeitet, die kantigen Ecken in Form von schmalen Stegen stehen geblieben. Der Kelch selbst ist dagegen gekrümmt hergestellt. Sämtliche Thurmgesimse bestehen aus Platte, ausgekehlter Schräge oder Rundstab, auch sind letztere beiden vereinigt angebracht. Die, wie sämtliche Dächer, mit Schiefer belegten kegelförmigen Thurmbedachungen tragen über dem Knopfe ein Kreuz.

Der noch erhaltene nördliche Theil des zweistöckigen Kreuzganges enthält im unteren Stockwerke, am östlichen Ende, die mit dem südlichen Kreuzarme verbundene Sacristei, am westlichen die zum Obergeschofs führende Treppe. Der zwischen beiden liegende Raum ist durch Gurtbogen in sieben Felder getheilt, welche, wie auch die Sacristei, durch Kreuzgewölbe überdeckt sind (Abb. 9). Die Gurtbogen ruhen an der Nordseite auf Halbsäulen, welche den mit Ecksäulen geschmückten, die Schildbögen tragenden Wandpfeilern vorgelegt sind. Unter den Bögen liegt ein reiches Kämpfergesims. Alle Säulen haben mit Blattwerk verzierte Würfelcapitelle und attische Basen mit der Eckausbildung des 12. Jahrhunderts. An der Südseite treten an Stelle der Halbsäulen Kragsteine, gleichfalls reich verziert. Von den Bogenstellungen der Aufsenseite ist die westlichste als Durchgang nach der zum Seitenschiffe führenden Thür offen gelassen, die übrigen sind mit Brüstungsmauern versehen. Unter die Bögen sind an den Innen- und Aufsenseiten Säulchen gestellt (Abb. 10). Aufserdem sind die

mit Brüstung versehenen Oeffnungen, mit Ausnahme des Sacristeifensters, durch Einsetzen von Säulchen in zwei schmälere, gleichfalls mit Rundbogen überspannte Oeffnungen getheilt. Bei zwei Bogen sind die Nasen eines Kleeblattes angebracht. Die Säulchen stehen mit attischer Eckblatt-Base auf hohem Sockel und haben mit Blattwerk verzierte Capitelle; den inneren Gurtbogen entsprechend sind an der Aufsenseite, an Stelle der alten schwächeren, kräftige, reich mit Blattwerkgesims, Ecksäulen und gegliedertem Sockel versehene Strebepfeiler vorgelegt. — Das obere Stockwerk ist durch eine gerade Holzdecke mit vortretenden, geschnitzten Balken und übergelegten Brettern abgeschlossen. An der Aufsenseite, über den unteren Bogenstellungen, befinden sich zweibogige Fensteröffnungen. Die Mittelsäulchen haben über dem Capitell noch einen der Mauerstärke entsprechenden Kragstein. Das Dachgesims besteht aus Rundstab, Kehle und Platte. Das Dach selbst lehnt sich pultartig gegen die Aufsenwand des südlichen Seitenschiffes und ist mit Schiefer eingedeckt. Die ganze Anlage zeigt nicht nur im Innern, sondern auch im Aeufsern schon mehr die reich entwickelten Formen des spätromanischen Stils. Die Annahme, dafs der Kreuzgang erst nach dem erwähnten, im Anfang des 12. Jahrhunderts bewirkten Umbau der Kirche wieder neu aufgeführt sei, dürfte daher wohl gerechtfertigt erscheinen.

Die Ausmalung der Kirche.

Von den alten Malereien hat sich nur die an der Wölbung der Ostapsis erhalten. Daselbst erblickt man in einer Regenbogeneinfassung auf blauem Grunde das Bild des thronenden Christus, mit der Rechten den Segen ertheilend, mit der Linken das Wort Gottes haltend, darüber die Taube. Vier dienende Engel mit Rauchfässern umgeben den Heiland, zu dessen Füfsen die Erzengel Michael und Gabriel ein sich krümmendes Ungeheuer mit Lanzen durchbohren. Die ganze übrige Wandfläche der Apsis ist bei der Wiederherstellung bemalt worden und zeigt in Feldertheilungen die Bildnisse Gero's, des Begründers der Kirche, mehrerer späteren Schutzherren der Abtei und des heiligen Cyriacus, welchen andere Heilige umgeben. Der Sockel darunter ist mit einem Teppich behangen.

Die Wandfläche der westlichen Apsis ist bei der Erneuerung gleichfalls ausgemalt worden: am Gewölbe ist Christus als Richter der Welt dargestellt, umgeben von Aposteln und Engeln, letztere theils anbetend, theils die Todten zur Auferstehung rufend, welche weiter unten dargestellt ist. Die abwärts gesenkte Linke des Erlösers weist die Verdammten von sich, während die erhobene rechte Hand die Erwählten in Gnaden annimmt. In den farbigen oberen beiden Fenstern sind wiederum Gabriel und Michael dargestellt, während das untere, in der Mitte belegene, die Gestalt des grofsen Ahnherrn des Ballenstedter Geschlechts, Albrechts des Bären, zeigt. Nach beiden Seiten schliefsen sich, in den Feldern einer Bogenstellung, die Bildnisse anderer hervorragender Mitglieder des Geschlechts an. Zwischen diesen und der oberen, biblischen Darstellung läuft ein Fries herum mit den Brustbildern bekannter Vorfahren und Verwandten der Ballenstedter bis zu unserer Zeit. Unter dem Ganzen ist ein Marmorsockel gemalt.

Auf der südlichen Kreuzschiff-Empore ist ein altes Bild in gemalter Umrahmung angebracht. Dasselbe, mit Leimfarben auf Holz gemalt, rührt wohl aus dem Ende des 15. Jahrhunderts her und zeigt den Markgrafen Gero mit feuerrothem, auf goldenem Saume mit Edelsteinen besetztem Gewande, mit engen, bis zum Knie reichenden Beinkleidern und Lederumhüllung mit Riemen bis zum Knöchel, auf einer sechseckigen Platte stehend. Zu den Füfsen liegt ein kleiner weifser Hund, das Zeichen der Treue. Den bärtigen Kopf Gero's bedeckt ein rothes anliegendes Käppchen, die Rechte hält eine Fahne, die Linke stützt sich auf das Schwert, an dessen Griff der Schild mit rothem Adler in weifsem Felde hängt. Die Inschrift über der Figur lautet: Gero · Dux et Marchio · Fundator · Hujus Ecclesie · Saxonum. Offenbar war das letzte Wort hinter Marchio zu setzen.

Bei sämtlichen Holzdecken zeigen die Balken die natürliche Farbe, während die zwischenliegende Brettverschalung reich mit ornamentalem und figürlichem Schmuck bemalt ist. Von allen übrigen Ansichtsflächen im Innern der Kirche sind nur noch die Bogenleibungen über den Säulen und Pfeilern, sowie die Fensterleibungen bemalt. Die Bogenansichten, Säulen und Pfeiler zeigen die wirklichen Fugen und haben nicht, wie es bei manchen anderen Bauten so unangenehm auffällt, einen Abputz mit aufgemalten Fugen erhalten, zwischen welchen dann die wirklichen Fugen oft hindurch scheinen. Die übrigen Wandflächen haben einen steingrau gefärbten Abputz erhalten. Die Fenster weisen, mit Ausnahme derjenigen des Mittelschiffs, Glasmalereien mit Ornamenten und Figuren auf.

F. Maurer.

Erweiterungsbau der Unterführung auf Bahnhof Falkenberg.

Auf dem Personen-Bahnhofe Falkenberg kreuzt die Halle-Sorauer Eisenbahn die Berlin-Röderau-Dresdener und die Wittenberg-Kohlfurter Eisenbahn unter einem Winkel von 67° 30' bei einem Höhenunterschied der Schienen-Oberkanten von 5,76 m. Das an der Kreuzungsstelle liegende Bauwerk, welches mit eisernem Ueberbau versehen ist, hatte ursprünglich nur den Zweck, die Halle-Sorauer Eisenbahn über die Berlin-Röderauer Eisenbahn zu führen, wozu die anfänglich vorhandene Gesamtlichtweite (rechtwinklig zur Richtung der unterführten Bahn gemessen) von 18,84 m, welche durch zwei Säulenreihen in drei Theilweiten von bezw. 4,41 m, 10,02 m, 4,41 m getheilt wird, nach Lage der Verkehrs-Verhältnisse auch als hinreichend bezeichnet werden kann. Als jedoch im Jahre 1875 die dritte der oben bezeichneten Bahnen mittels eines Geleises durch die östliche, 4,41 m weite Seitenöffnung der Unterführung in den Bahnhof eingeführt wurde, wurden dadurch so beschränkte Verhältnisse des Bahnhofes bedingt, dafs eine genügende Entwicklung der Geleis- und Perron-Anlagen vor dem an der Unterführung liegenden Stationsgebäude nicht möglich war. Dazu kam noch eine sehr geringe Uebersichtlichkeit der nach Kohlfurt führenden Oberlausitzer Strecke von dem Bahnhof aus. Unter diesen Umständen wurde bei dem zunehmenden Verkehr des Bahnhofes eine Erweiterung der Unterführung und daran anschliefsend ein Umbau der Geleisanlagen erforderlich, welcher

Bau im Jahre 1886 nach dem von der Königlichen Eisenbahn-Direction in Erfurt aufgestellten Entwurf unter Leitung des Unterzeichneten zur Ausführung gelangte.

Die Erweiterung der Unterführung bestand in der Ausführung einer zweiten Hauptöffnung von den Abmessungen des alten Bauwerks. Dabei wurde das östliche Widerlager desselben zu einem Mittelpfeiler umgebaut, welcher ebenso wie das neue östliche Widerlager an der nördlichen Stirn mit einer Freitreppen-Anlage versehen ist, die den Verkehr zwischen den oberen und unteren Perrons vermitteln soll. Der eiserne Ueberbau, welcher sowohl bei dem neuen, wie bei dem alten Theile der Unterführung durch zwei Säulenreihen innerhalb der Hauptöffnung gestützt wird, hat Stützweiten von bezw. 5,30 m, 10,85 m, 5,30 m und trägt neben zwei Hauptgeleisen im Anschlufs an die bestehenden Perronanlagen des Halle-Sorauer Bahnhofs einen 7,5 m breiten Hauptperron und einen 3,0 m breiten Zwischenperron. Nähere Angaben über die Ausführung des Erweiterungsbaues der Unterführung dürften vielleicht wegen der Eigenart der Arbeiten einiges Interesse bieten.

Für Bauausführungen der vorliegenden Art wird immer die Frage von wesentlicher Bedeutung sein, wie weit eine Beschränkung des Betriebes der zu unterbauenden Bahn zulässig ist. Sind nothwendig sämtliche Geleise für den Betrieb während des Baus zu erhalten, so wird eine kostspielige Noth-

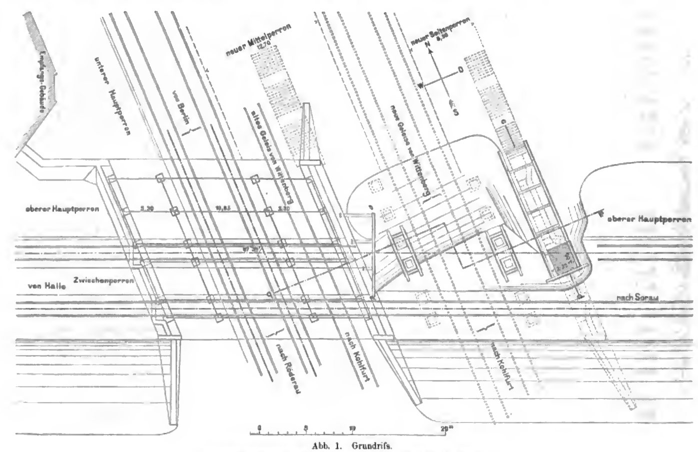


Abb. 1. Grundrifs.

Erweiterungsbau der Unterführung auf Bahnhof Falkenberg.

Ueberbrückung der ganzen Baustelle kaum zu umgehen sein. In den meisten Fällen wird jedoch der Betrieb unter Anwendung der erforderlichen Sicherheits-Vorkehrungen so abgeändert werden können, dafs die Breite eines Geleises auf der Baustelle zu Bauzwecken freigelegt werden kann. Auf der freien Strecke ist dieses durch Geleis-Verschlingungen, auf den Bahnhöfen durch Einlegung von Weichen zu erreichen. Man ist dann in der Lage, das Bauwerk für ein Geleis fertig zu stellen, worauf nach Verlegung des Betriebes auf dieses Geleis der angrenzende Bauwerkstheil in Angriff genommen werden kann.

Auch bei dem Falkenberger Bau gestatteten es die Betriebsverhältnisse, durch Einlegung einer Weichenverbindung in die beiden Halle-Sorauer Geleise auf der Baustelle ein Geleis während der Bauzeit der zugehörigen Brückenconstruction zu sperren, und zwar wurde hier zunächst das linke, nördliche Geleis aufser Betrieb gesetzt, da auf dieser Seite der gröfsere Theil der Arbeiten lag, aufserdem aber sich hier bei der schiefwinkligen Lage des Bauwerks die Hinterwand des zu einem Mittelpfeiler umzubauenden Widerlagers leichter frei legen liefs, als auf der südlichen Seite.

Zur Ausführung des neuen Widerlagers war es nun erforderlich, entweder einen durchgehenden Schlitz für das ganze Widerlager in dem Bahndamm unter Einrichtung einer etwa 4 m weiten Aushülfsbrücke für das betriebsfähig zu erhaltende rechte Geleis herzustellen, oder aber nur für den

nördlichen Theil des Widerlagers einen Schlitz auszuführen, dessen nach dem rechten Halle-Sorauer Geleise gelegene Brust gegen den Erddruck besonders zu sichern war. Die erste Bauweise gestattete jedenfalls eine schnellere Ausführung; auch liefs sich annehmen, dafs die Kosten bei derselben nicht gröfser würden als bei der anderen Art. Da jedoch die Aushülfsbrücke ihr Auflager dicht hinter der Schlitzwand erhalten mufste, so würde ein starkes Setzen des Geleises bei Ausführung des Schlitzes unausbleiblich gewesen sein, und man durfte daher mit Rücksicht auf den Betrieb die zweite Bauweise vorziehen, bei der eine ruhigere Geleislage erwartet werden konnte. Ein gröfseres oder geringeres Setzen des Geleises wird im allgemeinen bei Arbeiten der vorliegenden Art infolge Nachgebens der Schlitzwände und Zusammenpressens der hinter den Wänden beim Abbau derselben gelockerten Bodenmassen stets eintreten und mufs durch wiederholtes Nachstopfen des Geleises unschädlich gemacht werden. Dieses Setzen wird aber um so geringer werden, je kleiner die Schächte oder Schlitze sind, welche in der Nähe des Geleises liegen. Man führte daher auch nicht sofort den ganzen einseitigen Schlitz für das linke Halle-Sorauer Geleis aus, sondern trieb zunächst nahe dem rechten Geleise nur einen 3,0×2,55 m weiten Schacht bis zu der ursprünglich in dem Entwurf vorgesehenen Fundamenttiefe von 8,23 m unter Schienenoberkante hinab. In diesem Schacht wurde darauf ein 3 m langes Widerlagerstück aufgemauert, welches bei der weiteren Ausführung des Schlitzes den in der Richtung desselben auftretenden Erddruck aufnahm und so die Schlitzbrust sicherte. Die Abb. 3 zeigt den ausgemauerten Schacht mit dem anschliefsenden noch nicht fertig gestellten Schlitze. Diese Ausführungsweise erwies sich als durchaus zweckmäfsig, da nach der Fertigstellung des Mauerkerns bei der Ausführung des Schlitzes Geleissenkungen kaum noch vorkamen. Die Mehrkosten, welche die Ausführung des Schachtes und des inneren Widerlagerkerns verursachten, sind nur unbedeutend, da die Sicherung der Schlitzbrust durch Abzimmerung jedenfalls unabhängig von den Seitenwänden auszuführen gewesen wäre, um ein Herausschieben derselben zu verhüten, und daher auch erhebliche Kosten verursacht hätte. Die geringen Mehrkosten werden aber mit Rücksicht auf die durch die Ausführungsweise gewährte gröfsere Betriebssicherheit nicht in Frage kommen können. Die Auszimmerung des Schlitzes geben die Abbildungen 1, 2, 3 an. Es möge dazu noch erwähnt werden, dafs bei der Aufmauerung des Widerlagers die Quersteifen durch kurze Bolzen ersetzt wurden, welche die Vorderwand des Schlitzes gegen das Mauerwerk abstützten.

Abb. 2. Schnitt $a - b$.

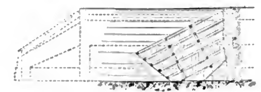


Abb. 3 Längenschnitt $c - d$ des nördlichen Widerlagerschlitzes.

Abb. 4. Schlitzwand $e - f$ des alten Widerlagers.

Das Freilegen der Hinterwand des alten Widerlagers machte den Abbau einer Wand erforderlich, für welche eine geneigte Schwellenlage gewählt war (Abb. 1, 2, 4). Das obere Ende der einzelnen Schwellen legte sich gegen die Hinterwand des Widerlagers, das untere Ende setzte sich auf den Boden auf, während Steifen die Schwellen und damit die Wand gegen das Widerlager abstützten. Diese Steifen wurden so tief in das Widerlager eingelassen, dafs bei dem späteren Abstemmen der Hinterwand desselben, welches zum Zweck der Verblendung dieser Wand vorgenommen werden mufste, ein Auswechseln der Steifen vermieden wurde.

Die Ausführung der Fundamente für die Säulen, welche die Hauptträger des linken Geleises aufnehmen sollten, erforderte nothwendig die Herstellung zweier Schächte. Dieselben wurden 4,0×1,50 m weit und bis zu 7,70 m unter Schienenoberkante hinabgeführt.

Nach Ausführung des nördlichen Theils des neuen Widerlagers, der Säulenfundamente und der Verblendung des zugehörigen Theils des alten Widerlagers stand der Aufstellung der Eisenconstruction für das linke Geleis und für den Hauptperron nichts mehr im Wege. Nachdem dann das linke Geleis auf die Eisenconstruction gebracht war, konnte dasselbe dem Betriebe wieder übergeben werden und die Ausführung der Bauarbeiten im rechten Geleise beginnen. Dieselbe bot, abgesehen von dem Schlitz für den südlichen Theil des neuen Widerlagers, welcher in derselben Weise ausgezimmert wurde, wie dieses für den nördlichen Theil geschehen war, keinerlei Schwierigkeiten weiter.

Die Erd- und Schachtarbeiten des Baues sind in Selbstunternehmung ausgeführt worden, während die Ausführung der Maurerarbeiten einem Unternehmer übertragen war. Da die Schacht- und Schlitzarbeiten zugleich mit Arbeiten zum Lösen und Bewegen der zwischen den Widerlagern liegenden Erdmassen von denselben Arbeitern ausgeführt werden mufsten, welche aufserdem noch zum Abladen von Materialien und anderen Arbeiten verwandt wurden, so war es nicht möglich, die auf die einzelnen Arbeiten entfallenden Kosten scharf von einander zu trennen. Als Durchschnittspreise können für die Schlitzarbeiten mit vollständigem Einbau der Wände aus verwaltungsseitig geliefertem Holze und mit Förderung des Bodens auf 50 m Weite 0,80 ℳ für 1 cbm gelöste Masse und für die Schachtarbeiten, ebenfalls mit vollständigem Einbau, 1 ℳ für

1 cbm bei einem Arbeiter-Lohnsatz von 1,75 ℳ angegeben werden. Der zu lösende Boden war im Jahre 1870 angeschüttet und bestand aus Sand mit einzelnen Thonlagen.

Die Ausführung des in den Schlitzen liegenden Bruchstein-Fundamentmauerwerks wurde mit 2,50 ℳ für 1 cbm, die des aufgehenden Ziegelmauerwerks mit 3 ℳ für 1 cbm bezahlt. Das Abstemmen der Hinterwand des alten, in Ziegelmauerwerk ausgeführten Widerlagers und das Verblenden derselben wurde in Tagelohn ausgeführt und kostete im Durchschnitt 6,50 ℳ für 1 qm bei einem Maurer-Tagelohn von 2,50 ℳ. Es mufs hierbei indessen bemerkt werden, dafs in diesem Preise auch das Ausstemmen von 6 Schlitzen in dem Widerlager-Mauerwerk enthalten ist, welche zur Aufnahme der Anker und Ankersteine der durchgehenden Träger erforderlich wurden und eine durchschnittliche Höhe von 2,40 m, eine Breite von 0,90 m und eine Länge von 1,20 m hatten.

Marloh.

Kaiser Wilhelms-Universität Strafsburg.

Der Garten des Botanischen Instituts.*)

(Mit Zeichnungen auf Blatt 30 bis 33 im Atlas.)

Allgemeine Anordnung des Gartens.

Der botanische Garten hat einen Flächeninhalt von etwa 3,5 Hektar und ist angelegt auf einem unfruchtbaren, früher von Festungsgräben durchzogenen und von Ueberschwemmungen häufig heimgesuchten Gelände der alten Strafsburger Befestigung, dessen Untergrund aus nahezu reinem Kies besteht. Um den Garten gegen weitere Ueberfluthungen sicher zu stellen, ist eine Anschüttung desselben an den niedrigsten Stellen bis zu 0,40 m über dem damals bekannten höchsten Hochwasserstande durchgeführt worden. Zu diesem Zweck ist der gröfste Theil des auf dem ganzen Universitätsgebiete zerstreuten Mutterbodens, mit dem die Festungsanlagen in dünner Schicht abgedeckt waren, zusammen getragen worden. All dieser Boden reichte aber nur dazu aus, die eigentlichen Gartenflächen anzuhöhen, und zwar in einer Stärke von 70 cm in denjenigen Theilen, welche mit kleineren Pflanzen und Sträuchern bepflanzt werden sollten, und in 1,20 bis 1,40 m Stärke in den für die Anpflanzungen mit Bäumen bestimmten Abtheilungen des Gartens. Für die gröfseren Wege und die zur Errichtung der Gewächshäuser bestimmten Erderhöhungen ist dagegen lediglich der unfruchtbare Kiesboden aus den Festungswällen verwendet worden, sowie aufserdem Rheinkies, der für die Aufschüttungen des Universitätsgebietes überhaupt in grofser Menge aus dem Strome entnommen und auf den möglichst lange offen gehaltenen Festungsgräben herangeschafft wurde. Während für die niedrigsten Theile des botanischen Gartens die Erhebung von 0,40 m über den höchsten Hochwasserstand als genügend angesehen werden konnte, mufsten die den Garten umgebenden Strafsen um mehr als 2 m höher gelegt werden. Bei diesem Höhenunterschiede liefs sich leicht eine freie und freundliche Uebersicht über den Garten und eine wechselvoll bewegte Gestaltung desselben erzielen, deren Wirkung noch durch die hohe Lage der Gewächshäuser sowie dadurch gesteigert ist, dafs ein Theil eines alten Festungsgrabens offen gehalten und zu einem für die Pflege von Wasserpflanzen bestimmten Teich umgestaltet werden konnte.

Die Wege des botanischen Gartens, welche zum Theil an die übrigen Universitätsanlagen anknüpfen und durch dieselben in ihrer Form wesentlich bestimmt worden sind, haben vorwiegend eine leicht geschwungene Linienführung erhalten (vgl. den Plan auf Bl. 67, Jahrg. 1887 d. Zeitschr. f. Bauw.) und zertheilen die Gartenfläche in nicht zu grofse, meist abgerundete Felder. Von diesen sind die Streifen südlich von der Gewächshausterrasse für Versuchsfelder zur Züchtung von Pflanzen für wissenschaftliche Untersuchungen ausersehen. Das grofse Feld östlich der Terrasse dient zur Anlage von Mistbeeten und zur Aufstellung der in den Kalthäusern überwinterten Pflanzen während der Sommermonate. Auf den nördlich von diesem, neben dem grofsen Gewächshause gelegenen Flächen befinden sich ein kleiner Pferdestall mit Geräthschuppen und eine Niederlage von verschiedenartiger Gartenerde und Dünger. Die übrigen Felder sind für die regelmäfsigen Pflanzungen benutzt, und zwar ist in dem vorderen, dem Institutsgebäude zunächst gelegenen Theile des Gartens bis nahe an den Garten des astronomischen Instituts das sogenannte „System“ angelegt, d. i. eine regelmäfsige Anpflanzung von charakteristischen, besonders überwinternden und einjährigen Pflanzen, welche geeignet ist, eine Uebersicht über die Gliederung des Pflanzenreiches und eine Anschauung von der Gesamterscheinung der einzelnen Abtheilungen desselben zu geben. Die entfernteren, hinter der Sternwarte gelegenen Theile des Gartens sind dagegen für das „Arboretum“, d. i. die Anpflanzung der Bäume und Sträucher, benutzt. Die Gartenfläche des Systems ist daher sonnig und frei geblieben, während das Arboretum in Zukunft einen mehr parkartigen Anblick gewähren wird.

Da der ganze Garten einer besonders sorgfältigen Pflege bedarf, so ist er zum Zwecke leichterer Bewässerung mit einem Netz von Wasserleitungsröhren, die sich der städtischen Leitung anschliessen, durchzogen worden. An den Wasserentnahmestellen sind Vorrichtungen zum Anschlufs von Sprengschläuchen vorhanden, und es sind daselbst gemauerte, mit Cement geputzte kleine Wasserbehälter angelegt, in welchen das zur unmittelbaren Verwendung beim Begiefsen der Pflanzen zu kalte Leitungswasser sich erst etwas erwärmt, bevor es benutzt wird. Für gewisse Theile des Gartens, namentlich die Culturen der Alpenpflanzen, sind auch einfache Vorrichtungen zu fortwährender Berieselung getroffen. Bei dem „System“ sind die einzelnen, durch die Wege abgetheilten Gartenfelder mit Rasen angesät, und innerhalb desselben sind dann ganz nach Bedarf wieder kleinere Beete angelegt worden, welche gruppenweise die verschiedenen Pflanzenfamilien aufnehmen. Diese Anordnung hat den Vortheil, dafs sie völlige Freiheit der Bewegung gestattet und jede Ausdehnung oder Vergröfserung einer einzelnen Abtheilung in beliebiger Weise zuläfst.

*) Vergl. Jahrgang 1887, S. 585 u. f.

Gewächshäuser.

Für die Gewächshäuser ergab sich der günstigste Bauplatz nördlich vom „System“, an der den botanischen Garten im Norden begrenzenden Goethestrafse und der Westgrenze des Gartens. Die Häuser sind bei dieser Lage dem Institutsgebände möglichst nahe gerückt und stören so den Zusammenhang des ohnehin etwas zerrissenen Gartens am wenigsten; auch erhielten sie dabei eine freie, sonnige, nach Süden gerichtete Lage, ohne den Garten selbst zu beschatten; und endlich kann von hier die Zufuhr der in grofser Menge erforderlichen Kohlen, Erde, Dung usw. am leichtesten erfolgen. In unmittelbarer Nähe der Gewächshäuser hat dann das Wohnhaus des Universitätsgärtners seinen Platz gefunden, in einer so gewählten Stellung, dafs es einen bequemen Ueberblick über die Gewächshäuser und fast den ganzen Garten gestattet.

Bei der Anlage der Gewächshäuser, wie auch des ganzen botanischen Gartens waren in erster Linie die engeren Zwecke des akademischen Unterrichts und der wissenschaftlichen Forschung mafsgebend, für welche die zum Unterricht und zu den Arbeiten des Instituts nothwendigen lebenden Pflanzen zur Verfügung gehalten werden müssen. Daneben machte sich indes mit der Zeit immer mehr das Bestreben geltend, auch über das unbedingt Nothwendige hinaus ein möglichst vollständiges und reiches, auch für weitere Kreise berechnetes Bild der bei uns anzubauenden Pflanzenwelt zur Anschauung zu bringen. Dieser Nebenzweck hat nicht nur zu den beträchtlichen Abmessungen des grofsen Gewächshauses geführt, sondern auch zu dem stattlichen Neubau eines hauptsächlich für die Pflege der Victoria regia bestimmten Warmwasserpflanzenhauses (*h* des Lageplanes auf Blatt 67, Jahrgang 1887), welcher anfänglich durch Ueberführung des gleichen Zwecken dienenden Hauses aus dem alten botanischen Garten erspart werden sollte. Dieser Neubau ist abgesondert von den übrigen Gewächshäusern im „System“ errichtet worden, während das alte Haus als gewöhnliches Pflanzenhaus (*f* im Lageplane) Verwendung gefunden hat.

Aufser dem grofsen Gewächshause waren, wie in dem gedachten Lageplane angegeben, ursprünglich kleinere Häuser in Aussicht genommen, und zwar zwei von winkelförmiger Gestalt, von denen zunächst nur die von Nord nach Süd gerichteten Flügel *d d* zur Ausführung kommen konnten, während die Ergänzung der von Ost nach West gerichteten Flügel *e e* späterer Zeit vorbehalten blieb, und ferner zwei kleinere, wieder von Nord nach Süd gestellte, rechteckige, im Lageplane gleichfalls mit *e e* bezeichnete Häuser. Auch dieser Plan ist indes durch die Ausführung überholt worden. Es sind, statt der letztgenannten kleineren, zwei gröfsere, zwölfeckige Pflanzenhäuser, und statt der ostwestlichen Flügelbauten jener winkelförmigen Häuser ein durchlaufender „Verbindungsgang“ hergestellt worden, der die gleiche Höhe wie die früher geplanten Flügel und eine nur um ein Geringes verminderte Tiefe erhalten hat. Die Rundhäuser sind diesem Verbindungsgange angeschlossen, sodafs damit eine grofse zusammenhängende und sehr bequem zu bedienende Anlage geschaffen worden ist. Nur ist dadurch leider die auf eine mittlere freie Durchsicht berechnete Erscheinung des grofsen Gewächshauses geschädigt worden, und zwar mehr, als zur vollen Erreichung des Zweckes nothwendig gewesen wäre, da dem Verbindungsgange noch ein gröfserer Mittelbau eingeschaltet worden ist. Für das Aufgeben der rechteckigen Form bei den kleinen Gewächshäusern waren die günstigen Erfahrungen mafsgebend, welche man inzwischen mit runden Häusern, namentlich mit dem im Winter als gewöhnliches Warmhaus benutzten alten Warmwasserpflanzenhause, gemacht hatte. Es ist beobachtet worden, dafs die Pflanzen sich bei dieser Form des Glasdaches besser, als bei langen Häusern und fast wie beim Aufwachsen unter freiem Himmel, d. i. nahezu vollkommen symmetrisch entwickeln. Zudem wird auf eine gleichmäfsigere und bessere Erwärmung solcher Häuser im Winter durch die Sonne gerechnet, weil diese bei jeder Stellung fast senkrecht auf eine Seite des Glasdaches fällt, während andererseits im Sommer eine so grofse Steigerung der Erwärmung, wie sie eintritt, wenn die Sonne senkrecht auf die Längsseite eines geraden Hauses scheint, ausgeschlossen bleiben soll.

Der Bauplatz der Gewächshausgruppe liegt mit seiner höchsten, das grofse Gewächshaus tragenden Erhebung etwa 2,5 m über dem vermeintlich höchsten Grundwasserstande. Um 1 m tiefer ist der Absatz für die kleinen Gewächshäuser gehalten worden, und diesen selbst ist ein solcher Querschnitt gegeben, dafs sie das grofse Haus auch bei dem niedrigsten Stande der Sonne im Winter nicht beschatten. Die Höhenlage dieses Bodenabsatzes hat sich indes etwas zu niedrig erwiesen, denn es ist bald nach Fertigstellung der Gewächshäuser in den letzten Tagen des Jahres 1881 ein gleichzeitiges Hochwasser des Rheins und der Ill eingetreten, wodurch der Grundwasserstand im botanischen Garten um nahezu 50 cm über die früher beobachteten höchsten Wasserstände gesteigert worden ist, was zu vorübergehenden Störungen des Betriebes der kleinen Gewächshäuser geführt hat. Bei dem Entwurf derselben war aber gerade im Gegentheil auf eine wesentliche Herabminderung der Hochwasserstände durch die inzwischen nahezu vollendete Ableitung der Hochwässer der Ill in den Rhein bei Erstein gerechnet worden, infolge deren in Zukunft wohl auch dergleichen Belästigungen nicht wieder eintreten werden.

Das grofse Gewächshaus.

Das grofse Gewächshaus hat mit seiner Vorderseite eine für die Entwicklung der Pflanzen vortheilhafte Lage nach Süd-Südwest erhalten. Mit der Rückseite ist es nach der Göthestrafse gerichtet, welche für die Bebauung mit villenartigen Wohnhäusern bestimmt ist; es war daher geboten, auch diese Ansicht sorgfältig durchzubilden. In den Eckbauten des Hauses sind die Wohnräume für Gärtnergehülfen und Gelasse für Vorräthe, Sämereien usw. untergebracht worden, während in niedrigen Anbauten die Kessel nebst Zubehör für die dem grofsen und den kleinen Gewächshäusern gemeinschaftliche Heizungsanlage Platz gefunden haben, leider in Räume, welche zu knapp bemessen sind im wesentlichen infolge einer Verkürzung des Gebäudes um nahezu 4 m, die vom Unterzeichneten nicht verhindert werden konnte. Den ungefähren Anhalt für die Abmessungen des grofsen Gewächshauses gab die Bestimmung, dafs die in dem Palmenhause des alten botanischen Gartens vorhandenen, dicht gedrängten Pflanzenbestände nebst einigen nothwendigen Ergänzungen darin zu einer für die Betrachtung und Pflege der Pflanzen bequemen und förderlichen Aufstellung gelangen können sollten. Danach wurde die Länge des Gebäudes auf 75 m bei einer Tiefe von 9 m festgesetzt und die Eintheilung in ein mittleres Warmhaus und zwei seitlich gelegene Kalthäuser getroffen. Das erstere ist 26 m lang bemessen und durch einen etwa 13 m tiefen Mittelbau erweitert worden,

während die letzteren bei je 24 m Länge Enderweiterungen von 11 m erhalten haben. Die Trennung der Abtheilungen ist durch Glaswände bewirkt. Unter Berücksichtigung der sehr verschiedenen Gröfsen der aufzustellenden Pflanzen, sowie des gärtnerischen Grundsatzes, nach welchem alle Pflanzen den Glasflächen möglichst nahe gestellt werden sollen, ist auf eine wechselvolle Ausgestaltung der Querschnittsverhältnisse des Hauses besonderer Werth gelegt worden. Während die Längsbauten also eine Höhe von 6 m aufweisen, sind die quadratischen Aufbauten an den Enden des Gebäudes 11 m und der achteckige Kuppelaufbau in der Mitte 20 m hoch angelegt, und es ist hier sogar darauf Bedacht genommen, die stattliche Höhe in vollkommenster Weise dadurch auszunützen, dafs in der Mitte eine Grube zur Verpflanzung einer grofsen Palme vorgesehen ist.

Im Interesse des regelmäfsigen, allseitigen Auswachsens der Pflanzen ist überall eine reichliche und vielseitige Lichtzuführung zu den Häusern angestrebt worden, und es verdanken besonders die höher geführten, oben zum Theil ganz freien oder doch wenigstens mit regelmäfsigen Zeltdächern abgeschlossenen Aufbauten diesem Bestreben ihre Gestaltung. Für die Längsbauten ist die bewährte Form eines ungleichseitigen Satteldaches mit vorderen Standfenstern angenommen, sodafs auch diesen Bautheilen, soweit dies ohne Schädigung des Schutzes gegen Nordwinde durch eine geschlossene massive Rückwand zulässig erschien, noch Beleuchtung von der Rückseite her gegeben worden ist.

Im einzelnen ist die Grundrifsgestaltung und der Aufbau des Hauses derart durchgeführt, dafs die Beschattung der Glasflächen durch Vorsprünge und Aufbauten so viel als möglich vermieden worden ist. Es ist daher an der Vorderfront eine kräftige Gliederung des Grundrisses ausgeschlossen worden. Die Aufbauten sind gegen die Gebäudeflucht zurückgesetzt, und überall, wo es angängig schien, ist zu Abeckungen und Abschrägungen der Bautheile gegriffen worden. Von der Anwendung gebogener Dachflächen ist durchweg abgesehen, weil einerseits die Erneuerung gekrümmter Scheiben Weitläufigkeiten und Mehrkosten verursacht, und aufserdem das Eindecken mit Schattendecken und das Vorsetzen von Läden zum Schutz gegen die Kälte bei geraden Dachflächen, zumal bei festen Traufen, wie in vorliegendem Falle, wesentlich leichter ist. Die Verglasung des grofsen Gewächshauses ist durchgehends einfach aus 4 mm starkem, blasenfreiem, halbweifsem Glase erfolgt.

Zu dem Ein- und Ausbringen der Pflanzen, das so viel als möglich in aufrechter Stellung derselben erfolgen mufs, dienen die am Mittelbau und den Endbauten angebrachten grofsen Thore von 4,6 bezw. 3,8 m Weite bei 6,3 bezw. 4,5 m Höhe, in denen für den gewöhnlichen Verkehr noch kleine Thüren vorgesehen sind. Ebenso sind in den Glaswänden zwischen den Warm- und Kalthaus-Abtheilungen grofse Thore zur Ueberführung der Pflanzen aus einem Raum in den anderen angelegt.

Als Baustoff zur Herstellung des constructiven Gerippes ist Schmiedeeisen verwendet worden in Verbindung mit Gufseisen für einige Constructionstheile, namentlich für die Säulen der hohen Aufbauten. Eine ungünstige Eigenschaft hat das Eisen und derentwegen ist es trotz seiner Vortheile der besseren Lichtgebung und leichteren Behandlung neuerdings auch in England und den Niederlanden vielfach bei Gewächshausbauten ausgeschlossen worden. Es schlagen sich an demselben die Wasserdämpfe der feuchten, warmen Luft stark zu Wasser nieder, welches beim Abtropfen die Pflanzen erheblich schädigt. Diesem Uebelstande wurde hier dadurch zu begegnen gesucht, dafs für einen möglichst ungehinderten Ablauf der Tropfen bis zu den senkrechten Wänden Sorge getragen wurde. Die kreuzförmigen Sprossen der Dachflächen sind zu diesem Zwecke, wie Blatt 32 zeigt, auf den gröfseren Trageconstructionen vermittelst eiserner Stühlchen derart befestigt, dafs die Unterkante derselben frei durchläuft und für die daran abfliefsenden Tropfen ein hinreichender Spielraum hergestellt ist. Zudem wurde für die untere Kante der Binder, welche durch die Dachfläche hindurch reichen müssen und also besonders starken Niederschlag geben, eine dem Wasserabflufs möglichst günstige Form ohne mittlere Unterstützung gewählt. Diejenigen Eisentheile, welche, wie die wagerechten Pfetten, nicht unmittelbar mit der äufseren Luft in Berührung kommen, sind unschädlich, denn sie nehmen leicht eine solche Wärme an, dafs sich starke Niederschläge an ihnen nicht bilden. Der durch diese Anordnungen erzielte Erfolg wird als sehr befriedigend angesehen.

In weitgehendem Mafse ist auch für die Lüftung der Gewächshäuser Sorge getragen worden. Bei dem Warmhause sind im Mittelbau zwei schmale Klappen über dem Sockel, acht im Dache der Kuppel und gleichfalls acht in der lothrechten Wand der Laterne angebracht, in den Längsbauten dagegen je vier breite Klappen über dem Sockel und in der kurzen, nördlich abfallenden Dachfläche. Noch ausgiebiger sind die Kalthäuser gelüftet: hier sind in den Eckbauten je vier Klappen über dem Sockel und in den Laternen vorgesehen, während bei den Längsbauten sämtliche Gevierte über dem Sockel und in den nördlich abfallenden Dachflächen sich öffnen lassen. Aufserdem sind alle Dachflächen der Eckbauten zum Abheben eingerichtet, um die günstigen Einwirkungen der Sommerluft in vollem Umfange auch denjenigen Pflanzen zu gute kommen zu lassen, welche ihrer Gröfse wegen nicht ins Freie gebracht werden können. Zur Bedienung jener grofsen Zahl von Klappen sowie auch der Schattendecken ist ein vollständiges Netz von Lauf- und Leiterstegen angeordnet, auf denen man zu allen Theilen des Daches gelangen kann. Weniger bequem zugänglich sind allein die Klappen in den Laternenaufbauten der höher geführten Bautheile; für diese ist daher eine auf Blatt 32 dargestellte Stellvorrichtung vorgesehen, welche vermittelst kräftiger Ketten vom Gewächshause aus gehandhabt wird. Die Laufstege sind übrigens mit durchbrochenen gusseisernen Platten belegt, und man gelangt zu denselben vermittelst der in den Eckbauten der Rückseite gelegenen Treppen.

Für die Beschattung der Glasflächen sind aufziehbare Schattendecken aus zusammengeketteten Holzstäben zur Anwendung gebracht, in Verbindung mit festen, mit Holzstäben benagelten, versetzbaren Holzrahmen. Die ersteren sind an allen denjenigen Stellen angewandt, wo es möglich ist, die Decken bequem aufzurollen, die letzteren an einigen schmalen und schwer zugänglichen Flächen, an den Thoren und Thüren und besonders an allen dreieckigen Dach- und Wandflächen, welche an dem Gebäude vielfach vorkommen. Die runden Flächen der Endbauten haben Schattendecken mit senkrechter Stellung der Stäbe. Da das Hantiren mit den Schattendecken an den Glasflächen mancherlei Schäden verursacht, so mufste auf eine leichte Ausbesserung der letzteren von vorn herein Bedacht genommen werden; es sind daher auf allen Dachflächen Leiter-

eisen vorgesehen, vermittelst deren man auf kleinen Leitern leicht zu allen Theilen des Daches gelangen kann.

Die **Erwärmung** des grofsen Gewächshauses geschieht durch eine für alle auf der Terrasse zusammenliegenden Gewächshäuser gemeinschaftlich eingerichtete Heizanlage, welche die Warmhausabtheilungen auf mindestens 15° C, die Kalthäuser auf 5° C auch an den kältesten Tagen erwärmen soll. Bei der räumlichen Ausdehnung der Gebäudegruppe mufste zu einer Dampfheizung gegriffen werden. Der Dampf wird in der Regel in zwei Kesseln erzeugt, denen für den Fall einer Betriebsstörung oder ganz aufsergewöhnlicher Kältegrade noch ein Aushülfekessel zugesellt ist. Für die gesonderten, von der Hauptstelle gespeisten Heizanlagen der einzelnen Abtheilungen ist demnächst in oder nahe bei den zu erwärmenden Räumen je ein Warmwasserkessel aufgestellt werden, welchen der Dampf in Schlangenröhren durchzieht. Hierbei wieder zu Wasser geworden, wird dieser in Rücklaufrohren zur Heizstelle zurückgeführt, um durch Strahlpumpen in die Dampfkessel getrieben und abermals zur Dampfheizung verwandt zu werden. Das inzwischen in den Warmwasserkesseln erwärmte Wasser bewegt sich dagegen mittels Rohrleitungen im Kreislauf durch die zu erwärmenden Räume. Um bei dieser Anlage eine Erwärmung der Gewächshäuser für längere Zeit, nachdem die Heizung der Dampfkessel eingestellt worden ist, zu sichern, mufste den Kesseln und Rohrleitungen ein den Abkühlungsverhältnissen entsprechend grofser Inhalt gegeben werden. Es ergab sich daraus die Nothwendigkeit der Aufstellung von zwei Kesseln von 5 m Länge bei 1 m Durchmesser für das Warmhaus und je eines Kessels von der gleichen Länge bei 1,10 m Durchmesser für die Kalthausabtheilungen, welche sämtlich unter dem Fufsboden des Warmhauses in besteigbaren, mit Wellblech auf eisernen Trägern und einer darüber gebreiteten Erdschüttung abgedeckten Räumen aufgestellt worden sind. Die Rohrleitungen durchziehen das Warmhaus in weiten, gemauerten, im Fufsboden des Raumes angelegten und mit durchbrochenen Gufseisenplatten bedeckten Canälen, während sie in den Kalthäusern frei über dem Fufsboden an dem Sandsteinsockel des Gebäudes hingeführt worden sind. Die ganze Anordnung der Heizung in und unter dem Warmhause ergab sich aus der Nothwendigkeit, auch den Fufsboden desselben für die Pflege der südlichen Pflanzen nachhaltig zu erwärmen; in den Kalthäusern dagegen war eine solche Erwärmung des Bodens ausgeschlossen, um das übermäfsige Treiben der Pflanzen während des Winters zu verhindern. Ueber den Rohrleitungen der Kalthäuser sind schmale sog. „Tabletten" zur Aufstellung von kleineren Pflanzen angebracht, welche aus Winkeleisen und verzinktem Eisenwellblech mit Kiesüberfüllung hergestellt sind. Die dabei gewählte in Abbildung 1 dargestellte Anordnung kann indes nicht als befriedigend angesehen werden und würde einer Abänderung nach verschiedenen Richtungen bedürfen, um die Heizung zu besserer Wirkung gelangen zu lassen. Es müfsten nämlich in erster Linie diese Pflanzentische von dem Sockel abgerückt werden, um zwischen beiden die unter ersteren erwärmte Luft unmittelbar an die kälteste Stelle des Gebäudes, d. i. die senkrechte Vorderfront gelangen zu lassen, denn nur in dieser Weise kann der hier in breiten Strömen herabfallenden kalten Luft kräftig entgegen gewirkt werden. Sodann sollten die Blechtafeln mit der Längsrichtung der Wellen nicht, wie geschehen, parallel, sondern senkrecht zu dem Gebäudesockel gelegt werden, weil sich im ersten Falle die Luft in den Wellen festsetzt und die Wärmeabgabe vermindert, und endlich wäre durch Herstellung eines genügend grofsen Hohlraumes unter den Röhren eine geregeltere Luftzuführung auch zu den unteren Röhren sicher zu stellen (Abb. 2). Ein weiterer Mangel der Heizung ist, dafs die Verbindung der Warmwasserkessel mit den Heizsystemen durch zu enge Rohre hergestellt ist, sodafs die Bewegung des erwärmten Wassers aufserordentlich behindert wird. Eine Abänderung in dieser Hinsicht wäre daher zweifellos erwünscht. Ebenso würde es auch vorzuziehen sein, den Heizrohren statt der gewählten wagerechten Lage eine leichte durchgehende Steigung vom Kessel bis zum äufsersten Punkte zu geben, um die Bewegung des Wassers beim Heizen schneller zu fördern.

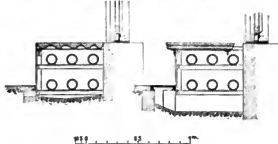


Abb. 1. Abb. 2.
Pflanzentisch des grofsen Hauses (Kalthaus).

Zum **Begiefsen** der Pflanzen sind in den Gewächshäusern Schöpfbecken angelegt werden, welche ziemlich beträchtliche Wassermengen aufnehmen können. Das Wasser erwärmt sich hier vermöge der höheren Luftwärme bis zu dem zum Begiefsen nothwendigen Grade und kann auch durch eingelassenen Dampf schnell bis auf jeden gewünschten Wärmegrad gebracht werden. Zumeist mufs zum Begiefsen das in der städtischen Wasserleitung zur Verfügung stehende, sehr kalkhaltige Wasser benutzt werden. Für viele Gewächse und besonders für die öfters zu wiederholende Besprengung der Pflanzen ist es indes von gröfstem Werth oder nothwendig, auch Regenwasser zur Verfügung zu haben. Es sind deshalb Verkehrungen getroffen, um alle von den Häusern und der ganzen Gewächshausterrasse ablaufenden Niederschläge in Behältern zu sammeln (Abb. 3 und 4), aus denen das Wasser vermöge einer mittels Hand-Druckpumpe betriebenen Leitung in die warme Abtheilung des grofsen Gewächshauses und in das Warmwasserpflanzenhaus geleitet wird. Die Becken des letzteren werden nur mit Regenwasser gespeist.

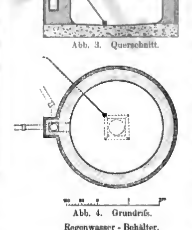


Abb. 3. Querschnitt.

Abb. 4. Grundrifs.
Regenwasser - Behälter.

Von wesentlicher Bedeutung ist endlich noch die Bekleidung der meisten in den Gewächshäusern sichtbaren Mauerflächen mit rothem Vogesensandstein. Dieser Stein bietet für Kletterpflanzen eine besonders gute Haftfläche und bildet in seinem rohen, unregelmäfsigen Verbande mit den zahlreich darüber gespannten Ranken und Blättern einen sehr angenehm wirkenden Hintergrund für die frei aufgestellten Pflanzen.

Es würde zu weit führen, auf die sonstigen baulichen Einzelheiten des Gebäudes, namentlich der Eisenconstructionen, welche eine grofse Zahl eigenartiger Lösungen verlangten, näher einzugehen, und es mufs bezüglich derselben auf die Atlasblätter verwiesen werden. Hinsichtlich der Gründung des Gebäudes sei nur noch erwähnt, dafs dieselbe nicht bis zu dem sehr tief liegenden festen Baugrunde hinabgeführt, sondern auf der ohnehin nothwendigen Kiesschüttung ausgeführt worden ist. Die letztere ist zu dem Zwecke sehr langsam und sorgfältig in niedrigen, gleichmäfsig durchgeschütteten Lagen und auch so frühzeitig ausgeführt worden, dafs sie genügende Zeit hatte, sich zu setzen. Es ist abwechselnd grober und feiner und etwas mit Lehm durchsetzter Kies verwendet worden, um eine möglichste Dichtigkeit der Schüttung zu erzielen, und schliefslich ist die Sohle der Baugruben reichlich mit Kalkmilch getränkt worden. Die unterste Mauerschicht, welche übrigens wegen der Kesselanlage in sehr verschiedener Tiefe liegt, ist aus gewöhnlichem, eingestampftem Schwarzkalkbeton hergestellt und so breit angenommen, dafs sich eine gröfste Belastung des angeschütteten Baugrundes von 2 kg für das Quadratcentimeter ergab. Diese Anordnung hat sich vollkommen bewährt, denn das Gebäude mit seinen gegen 18 m hohen Dampfschornsteinen zeigt bisher keinerlei Zeichen unregelmäfsigen Setzens.

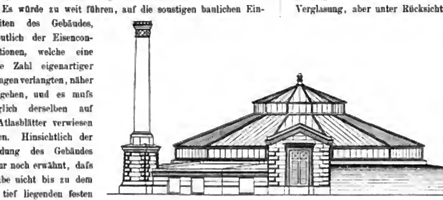


Abb. 5. Ansicht.

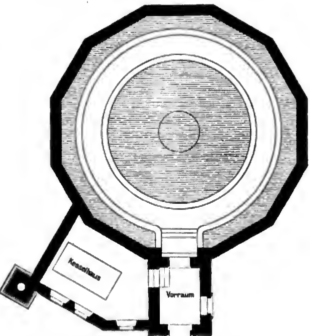


Abb. 6. Grundrifs.
Warmwasserpflanzenhaus.

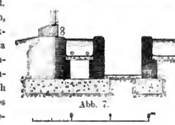
Die kleinen Gewächshäuser.

Von den kleinen Gewächshäusern, welche südlich von dem grofsen Hause auf dem niedrigeren Bodenabsatz errichtet werden sollten, sind, wie schon oben erwähnt, nur die von Nord nach Süd gerichteten Flügel, nebst den massiven Eckbauten nach dem ursprünglichen Plan ausgeführt worden. Die Häuser waren in Winkelform entworfen, und es sollte das östliche, von welchem auf Blatt 33 Grundrifs und Schnitte mit zugehörigen Einzelheiten dargestellt sind, als Warmhaus mit doppelter Verglasung, das westliche zunächst als Kalthaus mit einfacher Verglasung, aber unter Rücksichtnahme auf eine vielleicht später anzubringende zweite Verglasung, erbaut werden. Die von Nord nach Süd gerichteten Flügel sind mit gleichseitigem Satteldach und niedrigen Seitenwänden ausgeführt, während die parallel dem grofsen Hause geführten Flügel ein ungleichseitiges Satteldach und steinerne Rückwand, ähnlich wie die Zwischenbauten des grofsen Hauses, erhalten sollten. Der Boden dieser Häuser ist um 70 cm in die Erde versenkt worden; er liegt also um 1,70 m tiefer, als der Boden des grofsen Gewächshauses, und zwar aus dem doppelten Grunde, um die Erwärmung der Häuser zu erleichtern und die Höhenerhebung derselben möglichst zu beschränken, damit das grofse Haus, wie schon erwähnt, auch bei dem niedrigsten Stande der Sonne nicht beschattet werde. Die Flügel sind auf 19 m Länge bei 5 m lichter Weite und 3,2 bezw. 4 m Höhe bemessen; der 6 m zu 4 m grofse Eckraum ist zur Vornahme von Verpflanzungen und Aufbewahrung von Geräthschaften bestimmt. Alle Zugänge der Gebäude sind mit Doppelthüren versehen. Für die Anordnung dieser Gebäude im einzelnen waren wesentlich die gleichen Gesichtspunkte wie für das grofse Gewächshaus mafsgebend. Die Heizungs-Rohrleitungen der kleinen Häuser, denen der Dampf von der Kesselanlage im grofsen Hause in unterirdischen, begehbaren Canälen zugeführt wird, waren theils unter den Seitenpflanzentischen, theils unter den staffelförmig angeordneten Mittelpflanzentischen und bei den ungleichseitigen Häusern in Fufsbodencanälen angenommen, die Warmwasserkessel hatten ihre Aufstellung unter dem Fufsboden der Verpflanz-

räume erhalten. Um dabei die nöthige Steigung für den Umlauf des Wassers zu erzielen, war es nöthig, mit jenem Fufsboden unter die Höhe des höchsten Grundwasserstandes hinabzugehen; es ist aber leider bei der Bauausführung nicht gelungen, die Räume wasserdicht herzustellen, und so mufsten die Kessel in den Gewächshäusern selbst unter den Pflanzentischen aufgestellt werden, während die Heizrohre gröfstentheils über dieselben gelegt worden sind. Die Querschnittsverhältnisse der Häuser waren dieser Umgestaltung noch günstig genug, denn sie gestatteten die nunmehr über den Pflanzentischen liegenden Heizrohre durch kleine Hülfstabletten zu verdecken, sodafs die Erscheinung der Häuser keine Einbufse erlitten hat. Es bleibt nur die Frage, ob die Unterbringung der Warmwasserkessel innerhalb der Pflanzenräume nicht von Nachtheil ist, namentlich für die langen Uebergangszeiten im Herbst und Frühling, wo die Wärme-Regelung der Häuser infolge der in den Kesseln aufgespeicherten grofsen Wärmemengen voraussichtlich erschwert sein wird. Eine Aushülfeheizung, wie sie für den Fall einer Störung des Dampfkesselbetriebes früher vorgesehen war, ist bei der neuen Anordnung nicht mehr vorhanden.

Warmwasserpflanzenhaus.

Das Warmwasserpflanzenhaus ist nach einem Bauplan ausgeführt, der einem älteren, von Unterzeichnetem unter der Annahme gröfserer Abmessungen aufgestellten Entwurfe nachgebildet worden ist. Das Gebäude (Abb. 5 u. 6) zeigt bei einer zwölfeckigen Grundrifsform von 12 m Durchmesser ein mittleres, 7 m (früher etwa 10 m) weites und 50 cm tiefes, für die Pflege der Victoria regia bestimmtes Wasserbecken, welches zur Aufnahme des die Pflanze treibenden Erdbodens in der Mitte noch eine weitere Vertiefung von 50 cm hat. Am Umfange des Hauses ist ferner ein an den schmalsten Stellen noch 0,71 m breites, ringförmiges Becken angebracht, und zwischen diesem und dem Mittelbecken läuft ein 0,96 m breiter Gang hin. Die Lüftung geschieht durch Klappen in den senkrechten Wänden über dem Ringbecken und in dem mittleren Dachaufbau. Für die Erwärmung ist in einem niedrigen Anbau eine besondere Heizkesselanlage derart eingerichtet, dafs das kleine Gebäude, neben der nur kurze Zeit währenden, hauptsächlichen Benutzungsort als Victoria regia-Haus, im Winter auch als gewöhnliches Warmhaus verwendet werden kann. Zu diesem Zwecke sind einerseits Heizrohre auf den Böden der Wasserbecken verlegt zur Erwärmung des Wassers, welches dann die erforderliche Wärme an den Raum abgiebt, andererseits sind in freilich wenig schöner Weise starke Rohre vor den Glaswänden des Hauses hingeführt worden, welche im Winter zur unmittelbaren Erwärmung der Luft dienen. Noch mufs erwähnt werden, dafs das ringförmige Wasserbecken infolge der Bewegung der eisernen Dachconstruction und wahrscheinlich auch infolge des angewandten Cementes bald nach Fertigstellung des Baues zersprungen ist. Es wäre besser gewesen, das Mauerwerk des Beckens von Anfang an etwa nach Abb. 7 von den Umfassungswänden loszutrennen, wie es nachträglich bei Neuherstellung des Ringbeckens auch geschehen ist.


Abb. 7.

Ueber die neuerdings erbauten zwölfeckigen Pflanzenhäuser, welche an Stelle der kleinen Häuser *e, e* des Lageplanes im Zusammenhang mit dem erwähnten Verbindungsgang ausgeführt worden sind, behält sich der Erbauer, Herr Regierungs-Baumeister Bleich, besondere Mittheilung vor. Es sei der Vollständigkeit wegen hier nur erwähnt, dafs dieselben fast genau die Gröfse und äufsere Form des Warmwasserpflanzenhauses erhalten haben. Sie weisen einen ringsum laufenden breiten Pflanzentisch und in der Mitte eine kiesbedeckte Erhöhung auf, unter welcher der Heizkessel aufgestellt ist.

Ferner ist von einem im Anschlufs an den ostwestlichen Zug des Verbindungsganges der Sternwarte erbauten „Schattendache" zu erwähnen, dafs dasselbe den Zweck verfolgt, Pflanzen in vollkommen schattiger Lage, wie etwa unter dem dichten Laubdache von Wäldern, zu züchten. Es ist deshalb

Kosten-Zusammenstellung für:			d. Institutsgebäude	d. grofse Gewächshaus	d. kleinen Gewächshäuser	d. Warmwasserpflanzenhaus
Tit.	I.	Erdarbeiten	641,37	831,68	1 160,35	211,65
„	II.	Maurer- und Steinmetzarbeiten	149 281,78	50 054,56	10 657,73	6 599,38
„	III.	Asphaltarbeiten	530,52	386,74	33,30	27,72
„	IV.	Zimmerarbeiten	22 510,66	2 923,82	492,98	137,24
„	V.	Schmiede- und Eisenarbeiten	6 272,27	53 352,81	14 741,55	2 897,24
„	VI.	Klempnerarbeiten	4 054,96	} 2 499,36	748,87	508 07
„	VII.	Dachdeckerarbeiten	4 993,83			
„	VIII.	Gipserarbeiten	7 424,59	322,57	—	—
„	IX.	Tischlerarbeiten	16 130,73	1 474,02	737,79	102,00
„	X.	Schlosserarbeiten	4 770,61	919,06	188,70	58,80
„	XI.	Glaserarbeiten	1 484,82	7 712,93	2 329,69	880,66
„	XII.	Anstreicher- und Tapezierarbeiten	3 720,08	1 890,28	364,44	179,03
„	XIII.	Ofenarbeiten und Heizungsanlage	10 072,53	} 43 196,70	6 423,63	4 803,89
„	XIV.	Wasserleitung und Entwässerung	4 208,91			
„	XV.	Gasleitung	5 006,88	—	—	—
„	XVI.	Pflasterarbeiten	534,47	386,82	667,44	35,43
„	XVII.	Insgemein	15 730,14	14 896,65	3 265,11	2 494,15
		Summe ℳ	257 369,15	180 858,00	41 811,58	18 935,26

eine jalousieartige Anordnung der Dachfläche gewählt, welche Himmelslicht und Regen frei einfallen läfst, während es den Zutritt des unmittelbaren Sonnenlichtes abhält.

Den Schlufs der Bauanlagen im botanischen Garten bildet endlich das Freilandaquarium, welches vor der Gewächshausterrasse angelegt ist und aus gemauerten und cementirten Becken besteht, in welchen die Pflanzen unter fortwährendem Durchflufs frischen Wassers, wie bei Bächen, gehalten werden. Die äufseren Becken werden von der Wasserleitung, die inneren mit Regenwasser gespeist.

Der Entwurf zu dem auf Seite 585 bis 588 des vorigen Jahrganges besprochenen botanischen Institute sowohl wie zur Gartenanlage und zu den Gewächshäusern, soweit sie hier ausführlicher behandelt worden sind, ist von dem Unterzeichneten bearbeitet worden und zwar gemäfs den Absichten des derzeitigen Instituts-Directors, Herrn Prof. Dr. de Bary, sowie unter dem Beirathe des Herrn Universitätsgärtners Grün. Der Sachkunde des letzteren, der auch die gesamte Herstellung und Anpflanzung des Gartens, sowie die Aufstellung in den Gewächshäusern durchgeführt hat, werden mancherlei werthvolle Angaben und Anregungen für die Gestaltung der Bauwerke verdankt.

Für die besondere Bearbeitung der Eisenconstructionen stand dem Unterzeichneten der Baumeister Bergfeld zur Seite, welcher auch die Fertigstellung der im Jahre 1877 begonnenen und im Herbste 1882 vollendeten Ausführungsarbeiten vom Frühjahr 1881 ab übernahm.

Die Kosten für die Anschüttung des Gartens und die Herstellung der Anpflanzungen können leider nicht mitgetheilt werden, dagegen belaufen sich diejenigen für die in der Zusammenstellung auf Seite 209/210 angeführten Bauten auf etwa 500 000 ℳ und vertheilen sich in der dort angegebenen Weise.

H. Eggert.

Der Weichselhafen Brahemünde und die Canalisirung der Unterbrahe.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 34 bis 37 im Atlas.)

1. Wirthschaftliche Bedeutung der Unterbrahe.

Die Unterbrahe, d. i. die 12 km lange unterste Strecke der Brahe zwischen der Stadt Bromberg und ihrer Einmündung in die Weichsel, ist dadurch von gröfserer wirthschaftlicher Bedeutung, dafs sie ein wichtiges Glied in der Kette der Wasserstrafsen bildet, welche Weichsel und Oder mit einander verbinden. Die Schiffe und Flöfse gelangen nämlich von der Weichsel zunächst auf der Bergfahrt der Brahe bis Bromberg, wo ein Mühlenstau für die grofsen fiscalischen Seehandlungsmühlen und eine Kammerschleuse sich befinden; letztere bildet die Grenze zwischen der Ober- und Unter-Brahe. Dicht oberhalb dieser Schleuse, der sogenannten Stadtschleuse, mündet der etwa 26 km lange Bromberger Canal, dessen östliche, nach der Oberbrahe abfallende Treppe sieben Schleusen mit einem Gesamtgefälle von 23,16 m besitzt, während die westliche, nach der Netze unweit der Stadt Nakel abfallende Treppe zwei Schleusen mit einem Gefälle von 4,1 m enthält. Zwischen den beiden Canaltreppen befindet sich die 16 km lange Scheitelhaltung. Im Anschlufs an den Bromberger Canal ist die Netze auf 17 km Länge mittels zweier Wehre nebst Kammerschleusen canalisirt, weiter abwärts wird der Thalweg der Netze bis zur Einmündung in die Warthe oberhalb Landsberg und alsdann die Warthe bis zu ihrer Einmündung in die Oder bei Küstrin verfolgt.

Die grofse Bedeutung dieser Wasserstrafse beruht darin, dafs auf ihr vorzugsweise die Bauhölzer aus den ausgedehnten polnischen Wäldern nach Berlin und anderen Handelsplätzen, namentlich Stettin und Hamburg, befördert werden, welch' letztere beide auch einen bedeutenden Ausfuhrhandel mit polnischen Weichselhölzern betreiben. Die Hölzer werden fast ausschliefslich in Flöfsen fortbewegt, deren Abmessungen durch die Schleusen des Bromberger Canals bestimmt sind. Demgemäfs dürfen die Flöfse höchstens 30 m Länge, 3,5 m vordere, 4 m mittlere und 4,3 m hintere Breite haben, oder bei rechteckigem Verbande höchstens 3,9 m Breite, indem alsdann zwei Flofstafeln neben einander in den zweischiffigen Schleusen Platz finden. Diese können Flöfse von 60 bis 70 m Länge aufnehmen. Für die Fortschaffung auf der Weichsel werden die kleineren Flöfse zu gröfseren Tafeln von durchschnittlich 100 m Länge und 17 m Breite, d. h. der vierfachen Breite der Canalflöfse, zusammengestellt.

2. Nothwendigkeit des Hafens.

Das auf der Weichsel und ihren Nebenflüssen herangeflöfste Holz trifft, da letztere grofsentheils nur im Frühjahre wasserreich sind und es auch vortheilhaft ist, die im Winter gefällten Stämme möglichst bald an den Bestimmungsort zu bringen, hauptsächlich in der Zeit von Mitte April bis Ende Mai auf der preufsischen Weichsel ein. Da die Leistungsfähigkeit des Bromberger Canals durch das Füllen und Leeren der Schleusen eingeschränkt, auch wohl durch Wassermangel und andere Störungen beeinträchtigt wird, so ist es, obgleich der Betrieb Tag und Nacht ununterbrochen stattfindet, nicht möglich, grofse Ansammlungen von Flöfsen zu verhindern. Diese mufsten daher, da es an anderen geeigneten Liegeplätzen fehlte, auf der Weichsel zwischen Thorn und der Brahemündung den Zeitpunkt ihres Einschleusens monatelang abwarten und blieben während dieser Zeit allen Gefahren des Hochwassers ausgesetzt, welches aufser im Frühjahre auch Ende Juni einzutreten pflegt. Abgesehen hiervon erwuchsen schon durch das Bewachen und Befestigen der Hölzer, durch die Schwierigkeiten, welche bei sehr niedrigen Wasserständen durch das sogenannte Auftrocknen entstanden, wobei sich der Verband lockerte, die gröfsten Unkosten. In manchen Jahren gelang es überhaupt nicht, die für den Bromberger Canal bestimmten Hölzer vor dem Winter einzuschleusen. Die Flöfse mufsten dann, soweit sie nicht auf den Wasserflächen des Canals und der Brahe sicheres Unterkommen für den Winter fanden, auf das Ufer gebracht und im nächsten Frühjahre von neuem verbunden werden.

Da aller dieser Umstände wegen, durch welche der Holzhandel aufs schwerste geschädigt wurde, jedermann bestrebt war, seine Flöfse möglichst bald einzuschleusen, so sah sich die Verwaltung des Bromberger Canals genöthigt, ein zum Theil noch bestehendes weitläufiges Anmeldeverfahren einzuführen, nach dem jede, gewöhnlich aus mehreren Weichselflöfsen bestehende Holzsendung eine sogenannte Tournummer in Gemäfsheit ihres Eintreffens auf der Weichsel bei Thorn erhält und jede einzelne Flofstafel vermessen, mit fortlaufender Nummer bezeichnet und gebucht wird. Schon seit länger als dreifsig Jahren, wo der Holzverkehr einen grofsen Aufschwung nahm, trat die Nothwendigkeit der Anlage eines Hafens zur Ansammlung und Sicherung der für die Beförderung auf dem Bromberger Canal bestimmten Flöfse immer dringender hervor. Durch einen solchen Hafen sollte zugleich ein Winterhafen für die Weichselkähne geschaffen und eine regelmäfsige, ununterbrochene Zuführung der Hölzer nach dem Bromberger Canale ermöglicht werden. Bei ungünstigen Wasser- und Witterungsverhältnissen konnte eine solche Zuführung nämlich sehr oft nicht erreicht werden, weil alsdann sowohl bei dem Hinschaffen der Flöfse von ihren Lagerplätzen auf der Weichsel bis zur Brahemündung, als auch bei ihrem Einbringen in die Brahe, wobei sie geschwenkt werden mufsten, leicht Störungen vorkamen. Wegen dieses Umstandes erschien es nothwendig, den Hafen unmittelbar an der Brahemündung und nicht etwa oberhalb derselben an der Weichsel anzulegen. Nur dann liefs sich mit einem Hafen auch die so nothwendige Ueberwachung in Bezug auf das Einlassen der Flöfse entsprechend ihrer Tournummer erreichen, während in jedem anderen Falle leicht in dunkeln Nächten unberechtigte Flöfse aus Versehen oder Absicht in die Brahe gelangen konnten, wo ihre Zurückweisung nicht möglich war, ohne Stockungen in dem Verkehr hervorzurufen.

3. Die Unterbrahe und ihre früheren Regelungsbauten.

Aber auch die Unterbrahe bereitete der Schiffahrt und namentlich der stromaufwärts betriebenen lebhaften Flöfserei durch ihr grofses, unregelmäfsig vertheiltes Gefälle, durch scharfe Krümmungen, durch ein enges Fahrwasser mit unzureichender Tiefe, sowie durch den mangelhaften Zustand des Leinpfades die gröfsten Schwierigkeiten. Beim mittleren Wasserstande der Brahe betrug das durchschnittliche Gefälle etwa 1 : 2400; dasselbe war jedoch höchst unregelmäfsig vertheilt, es betrug nämlich auf der obersten, 360 m langen Strecke von der Stadtschleuse (bezw. der Seehandlungsmühle) bis zur Danziger Brücke, wo ein sehr enges Fahrwasser vorhanden ist, 1 : 750, im Anschlusse daran innerhalb der Stadt Bromberg 1 : 7640 und 1 : 9650, schwankte alsdann wiederholt zwischen 1 : 1200 bis 1 : 3700 und betrug auf der letzten, 1,5 km langen Strecke oberhalb der Brahemündung 1 : 1870. Diese Unregelmäfsigkeit wurde hauptsächlich durch Steinriffe hervorgerufen, bestehend aus Granitfindlingen von zum Theil bedeutender Gröfse, welche in zähem Thonboden gebettet sind. Die Riffe waren zwar im Laufe der Zeit durch Beseitigen der Steine mittels grofser Zangen erheblich vermindert worden, doch blieb das Fahrwasser zwischen ihnen trotz Auszangens und Baggerns stets eng, gewunden und von unzulänglicher Tiefe. Die Riffe sind nämlich zum Theil auf einer Moorunterlage gebettet, welche sich nach Beseitigung der oberen Steine infolge des durch die Ufer ausgeübten Druckes wieder hob. Auf der oberen Strecke war eine Ausbaggerung der Flufssohle behufs Herbeiführung eines geringeren und gleichmäfsigen Gefälles wegen der Stadtschleuse nicht ausführbar, weil der Unterdrempel derselben nur noch 1,4 m unter dem mittleren und nur 1 m unter dem kleinen Sommerwasserstande lag und diese ohnehin geringfügige Wassertiefe noch durch die Abfälle der Rinde von den Flofshölzern vermindert wurde. Jede Senkung des Wasserspiegels hätte also die Schleuse aufser Betrieb gebracht, auch würde solche Senkung wegen der sehr flach liegenden Roste mehrerer Mühlen- und Speichergebäude nicht thunlich gewesen sein.

Der mittlere Wasserstand der Brahe hatte sich an der Stadtschleuse seit zwanzig Jahren von 1,7 m über Null (Unterdrempel) auf 1,4 m gesenkt, was von einigen Seiten dem Einflusse der in der Tucheler Heide ausgeführten Bewässerungsanlagen zugeschrieben wurde, muthmafslich aber durch jene Auszangungen und Ausbaggerungen, sowie durch eine Senkung der Sohle infolge der heftigen, von den Seehandlungsmühlen kommenden Strömungen hervorgerufen ist. Die niedrigsten Wasserstände an jenem Pegel sanken bis zum Jahre 1857 nicht unter 1,25 m herab, seit jenem Jahre wurden jedoch häufiger niedrigere Wasserstände und selbst ein solcher von nur 0,88 m beobachtet; doch senkte sich der Wasserstand nur selten unter den Stand von 1,1 m.

Der Hochwasserstand an der Stadtschleuse betrug nach dem Durchschnitt der längeren Jahresreihe 2,37 m und der höchste Stand 4,1 m. Die höheren Stände, namentlich auch der zuletzt genannte, werden durch den Rückstau der Weichsel in das Brahethal hervorgerufen. Die Brahe selbst hat selten erhebliche Hochgewässer, doch ist ein solches bei gleichzeitig niedrigem Weichselwasser in einer Höhe von 2,8 m an der Stadtschleuse, d. i. 1,4 m über Mittelwasser, beobachtet, und es war daher dieser Stand von besonderer Wichtigkeit für den Entwurf.

Die Wassermengen betragen bei mittlerem Wasserstande 23 cbm, beim durchschnittlich niedrigsten Wasserstande etwa 15 cbm und beim höchsten Wasserstande rund 140 cbm. Das Flufsgebiet der Brahe beträgt bis Bromberg etwa 4300 qkm (76 Quadratmeilen), die Länge des Flufslaufes etwa 210 km, und im ebenen Quellgebiete befinden sich viele Seeen, die eine günstige Einwirkung auf die Wassermenge ausüben.

Für die unterste Strecke der Brahe ist die Weichsel von mafsgebendem Einflufs. Bei sehr niedrigem Weichselstande entsteht ein starkes Gefälle auf der letzten, 1 km langen Strecke, während bei allen höheren Weichselständen ein Rückstau erfolgt. Bei 3 m am Pegel der Brahemündung, beim Uszke-Kruge, werden schon die Flufsufer bis zur Eisenbahnbrücke, auf welcher Strecke die Brahe durch das Weichselthal fliefst, unter Wasser gesetzt; bei 3,5 m am Uszke-Pegel sind auch die Braheufer oberhalb der Eisenbahnbrücke bis Karlsdorf schon bordvoll, während der Rückstau bei einem Stande von 4,7 m sogar bis Bromberg reicht.

Die Weichsel zeigt sehr grofse Schwankungen in betreff ihres mittleren Jahreswasserstandes. Als solcher ist ein Stand von + 1 m am Uszke-Pegel anzusehen. Der kleinste Wasserstand an diesem Pegel ist zu — 0,52 m beobachtet, doch sinkt das niedrige Sommerwasser nur höchst selten unter Null herab. Der höchste Winterwasserstand vom 1. März 1871 hat sich bis 7,17 m, das Sommerhochwasser bis 6,54 m am Pegel erhoben. Bei Hochgewässern von etwa 4 m tritt eine Ueberfluthung

der linksseitigen Weichselniederung oberhalb der Brahemündung ein, deren Sommerdeich etwa 10 km oberhalb der Brahemündung nicht geschlossen ist. Eine Hochwasserströmung entwickelt sich alsdann längs der das Thal begrenzenden Chaussee, tritt unterhalb der Eisenbahnbrücke, unweit Langenau, in die Brahe und setzt sich längs des Höhenrandes von Deutsch-Fordon fort, woselbst sich eine tiefe Mulde, welche erheblich niedriger als die Uferborde der Brahe liegt, ausgebildet hat.

Nächst dem starken Gefälle bereiteten die starken Krümmungen des Flusses der Schiffahrt und Flöfserei grofse Schwierigkeiten. Im Jahre 1860 waren, von kleineren Unregelmäfsigkeiten abgesehen, zwölf starke Krümmungen vorhanden, bei denen der Krümmungshalbmesser des ausbuchtenden Ufers nur 30 bis 80 m betrug. Seit jener Zeit hatten sich allerdings die Flufsufer erheblich verändert, und zwar nicht etwa, wie dies bei anderen Flüssen der Fall zu sein pflegt, durch die Angriffe der Strömung in Verbindung mit Eisgang und Wellenschlag, sondern vielmehr durch die Angriffe der Flöfse. Diese wurden nämlich durch die Zugleinen der Pferdetreiberei gegen das linke (Leinpfads-) Ufer gezogen, welches, in der Wasserlinie durch die Flöfse abgestofsen und abgeschliffen, an der Kante durch die Leinen abgeschabt wurde, bis sehr bald eine Unterhöhlung und ein Abstürzen eintrat. Am meisten wurden die ausbuchtenden Ufer in dieser Weise abgebrochen. Im Jahre 1870 war daher der Krümmungshalbmesser bei der sogenannten Langenauer Ecke unterhalb der Eisenbahnbrücke bei Brahnau nur noch etwa 50 m und an den übrigen Stellen nur noch 70 m. Ferner war in den Jahren 1871 und 1872 als Vorbereitung zu dem Canalisirungsentwurfe eine Abgrabung der schlimmsten Ausbuchtungen, in Verbindung mit Buhnen- und Parallelwerksbauten, in solchem Umfange vorgenommen, dafs der Krümmungshalbmesser im Fahrwasser mindestens 135 m betrug. Gleichzeitig war oberhalb der Eisenbahnbrücke bei Brahnau ein längerer Durchstich ausgeführt.

Als Normalbreite der Brahe wurde bei den Regelungsbauten in früheren Jahren eine Wasserspiegelbreite von 26,4 m in den geraden Strecken und von 30,1 m in den stärkeren Krümmungen angenommen, doch war diese Breite zu grofs, um die gewünschte Tiefe von 1,4 m in genügender Breite zu erhalten. Bei der als Einleitung zu den Canalisirungsbauten ausgeführten Regelung der scharfen Krümmungen wurden daher die Böschungen 4- bis 5fach unter Wasser angelegt, um ein kleines Profil zu erhalten; eine geringere Wasserspiegelbreite als 26,4 m erschien wegen des starken Verkehrs nicht zulässig, ohne Verwirrungen zwischen den Flofstafeln und Kähnen herbeizuführen. Da jene flachen Böschungen durch die Flöfse auch bald abgerieben, also das Profil erweitert wurde, so stellte sich thatsächlich eine kaum den bescheidensten Ansprüchen genügende Tiefe des Fahrwassers ein. Nur im Frühjahre, bei reichlichem Wasser, vermochten die Schiffe bis zu 1 m Tiefe zu laden, in den trockenen Sommermonaten blieben sie aber oft bei Eintauchungstiefen von 0,8 m längere Zeit in den engen, stark gekrümmten Theilen des Fahrwassers liegen, und selbst tief gehende Eichenholz-Flöfse konnten dann nur mit Schwierigkeiten befördert werden.

Bei der bisherigen Regelung des Fahrwassers waren Faschinendeckwerke oder Steinböschungen am linken oder Leinpfads-Ufer an denjenigen weniger stark gekrümmten oder geraden Strecken angelegt worden, deren weiteres Abbrechen gehindert werden sollte. Zum Theil waren zu demselben Zweck auch kürzere, gewissermafsen als Prellpfähle wirkende Buhnen erbaut, doch litten diese durch die Stöfse der Flöfse so sehr, dafs sie nur schwierig unterhalten werden konnten. Steine wurden aus ihrer Lage gestofsen, selbst die stärksten Pfähle bald verrückt. An den stark ausbuchtenden Stellen des linken Ufers wurden keine Befestigungen vorgenommen, indem das weitere Abschleifen derselben einer allmählichen Begradigung des Flusses zu statten kam. Da das linke Ufer in stetem Zurückweichen begriffen war, so sah man sich genöthigt, am rechten Ufer, namentlich in den dortigen Einbuchtungen, gegenüber den stark abbrechenden linksseitigen Ausbuchtungen, Buhnen anzulegen, um die vorschriftsmäfsige Breite und durch diese die genügende Tiefe festzuhalten. Durch die Buhnen wurde allerdings auch der Angriff auf das ohnehin so stark leidende linke Ufer verstärkt. Die Schwierigkeit der Erhaltung des letzteren wurde noch dadurch erhöht, dafs das Ufer auf längeren Strecken auf moorigem Untergrunde gebettet war, in welches die Deckwerke und Steinböschungen versanken. Die letzteren hatten nur längere Dauer, falls sie auf festem Untergrunde und aus sehr grofsen Granitfindlingen derartig hergestellt waren, dafs weder das Flofs noch die Leine den einzelnen Stein anzugreifen vermochten.

Die Fläche des Leinpfades befand sich gleichfalls in schlechtem Zustande. Als mittlere Breite wurde ein Streifen von 3,75 m Breite durch Bekiesung unterhalten, an quelligen Ufern auch wohl durch einen Graben begrenzt. Unter den Hufen der auf das stärkste in Anspruch genommenen Pferde, welche Tag und Nacht die Schiffe und Flöfse stromaufwärts ziehen mufsten, versank der Kies sehr bald in den moorigen Untergrund, sofern er nicht von den Leinen in den Flufs gerissen war. Während der nassen Jahreszeit, also namentlich im Spätherbste, war der Leinpfad an einzelnen zugleich moorigen und quelligen Strecken trotz des eingebrachten Knüppeldammes und der unausgesetzten Bekiesung zuweilen so grundlos, dafs die Pferde tief einsanken, die Beförderung und mit dieser die Thätigkeit an den Canalschleusen ins Stocken kam. Die Besitzer der linksseitigen Grundstücke, auf denen das Leinpfadsrecht als Last (Servitut) ruhte, litten zum Theil erheblich unter diesen Verhältnissen. Sobald der eigentliche Leinpfad schwer passirbar war, wurden die Zugthiere auf den daneben befindlichen Uferstreifen und, sobald auch dieser durchgetreten war, immer weiter landwärts getrieben. Erhöht wurden diese Schwierigkeiten noch, falls einzelne Theile des Leinpfades bei höheren Weichselständen durch den Rückstau des Wassers überfluthet wurden.

4. Verkehrsverhältnisse der Unterbrahe.

Der Verkehr, welcher sich auf dem Leinpfade der Unterbrahe entwickelt, ist ein sehr bedeutender. Bei jeder Kahnfüllung vermögen die Schleusen des Bromberger Canals zwei finowcanalmäfsige Kähne, d. h. Kähne von 4,55 m Breite und 40,1 m Länge, welche nach dem Finowcanale bemessen sind und die gewöhnlichen Fahrzeuge des Bromberger Canals bilden, aufzunehmen. Bei jeder Holzfüllung können je nach der Länge der einzelnen Tafeln 50 bis 75 lfde m Flöfse von höchstens 3,9 m mittlerer und 4,3 m hinterer Breite Platz finden. Die Menge ist deshalb verschieden, weil die Häupter der älteren, schon im vorigen Jahrhundert erbauten zweikahnigen Schleusen nicht

versetzt, sondern in der Achse der Kammer, welche sich nach den Häuptern zu verjüngt, angelegt sind. Je kleiner die Tafeln, um so besser können sie diese Verjüngung der Kammer ausfüllen. Die von der Oberbrahe, namentlich aus den Wäldern der Tucheler Heide kommenden Hölzer werden nun zwar nicht auf der Unterbrahe befördert, dafür ist aber noch der beträchtliche Verkehr hinzuzufügen, welcher durch die Bedürfnisse der Stadt Bromberg, sowie namentlich durch die dortigen zahlreichen Holzschneidemühlen herbeigeführt wird. Da ferner Kähne und Flöfse, von den letzteren aber Oberbrahe- und Weichselhölzer, abwechselnd schleusen, so gelangen zwar die Kähne und Oberbrahehölzer ohne erheblichen Aufenthalt durch den Canal, nicht aber die Weichselhölzer, welche sich ansammelten und deshalb in den späteren Sommermonaten fast ausschliefslich geschleust wurden. In günstigen Monaten sind etwa 1700 Schleusenfüllungen in einem Monat gemacht, oder durchschnittlich täglich 56 Füllungen; an besonders günstigen, von Störungen jeder Art befreiten Tagen wurden mehr als 60 Füllungen bewirkt, entsprechend einer Holzmenge von etwa 4000 lfde m. Vor Ausführung der Regelung wurde das zu einer Schleusenfüllung gehörige Holz in zwei Theilen oder „Treiben" von etwa 30 bis 40 lfde m von je 4 bis 6 Pferden gezogen, sodafs bei der täglichen Leistung von 60 Füllungen 120 Treiben und etwa 500 bis 600 Pferdeleistungen allein zur Versorgung des Bromberger Canals nöthig waren, wozu dann noch die Erfordernisse für die Sägemühlen und die Stadt Bromberg traten. Für ein solches Treiben oder für einen Kahn zahlte man durchschnittlich 30 ℳ Treiberlohn. Nach Ausführung der Regelung konnte man etwas längere Treiben gestatten, wodurch die Anzahl der für die Pferdetreiberei erforderlichen, nur schwer in genügender Anzahl immer zu beschaffenden Pferde sich verminderte. Seit dem Jahre 1870 wurde seitens eines Bromberger Kaufmanns eine Kettenschleppschiffahrt mittels zweier Kettenschleppdampfer ins Leben gerufen. Die Dampfer vermochten jedoch nur einen verhältnifsmäfsig sehr geringen Theil der täglich zum Schleusen erforderlichen Holzmenge zu befördern, da sie ihre volle Kraft auf dem engen, stark gekrümmten Fahrwasser nicht ausnutzen konnten. Sie sind deshalb später hauptsächlich zum Einbringen der Hölzer von der Weichsel in den unteren Theil der Brahe benutzt worden.

5. Geschichte des Entwurfs.

Schon im Jahre 1849 wurden die Schwierigkeiten, welche die Unterbrahe dem Verkehre bereitete, so lebhaft empfunden, dafs die Königliche Staatsregierung zwei Entwürfe ausarbeiten liefs, nämlich für einen am linken Ufer der Brahe von oberhalb der Stadtschleuse bis zur Brahemündung anzulegenden Canal und für die Canalisirung der Brahe mittels Wehre. Der erstere Entwurf, vom Wasser-Bauinspector Orthmann aufgestellt, wurde wegen der tiefen Einschnitte des Canals, in denen man bei der thonigen Beschaffenheit des Bodens Rutschungen befürchtete, und wegen der grofsen, namentlich durch den Grunderwerb entstehenden Kosten abgelehnt.

Seit dem Jahre 1856 traten die Klagen über die empfindlichen Verluste, welche dem Handel durch die Ansammlung der Hölzer auf der Weichsel erwuchsen, immer lebhafter hervor; namentlich verlangten grofse Handelshäuser in Stettin dringend die Anlage eines Sicherheitshafens, welchen man anfänglich auf der Höhe unweit der Brahemündung in Verbindung mit einem Canale, später an der Brahe unweit Bromberg, und endlich im Weichselthale, in der Nähe der Brahemündung, herstellen wollte. Diese Klagen erhielten durch das Sommerhochwasser von 1867, welches grofse Mengen von Flofshölzern verschwemmte, von neuem Nahrung. So wurde denn seitens des Unterzeichneten zuerst im Jahre 1869 der Entwurf einer Canalisirung der Unterbrahe in Verbindung mit der Anlage eines Sicherheitshafens an der Brahemündung aufgestellt, welcher, entsprechend den damaligen Bedürfnissen, nur einen etwa 25 ha grofsen Hafen in Aussicht nahm, im Jahre 1874 aber für einen Hafen von etwa 70 ha Gröfse ebenfalls von dem Unterzeichneten umgearbeitet wurde.

Auf Grund dieses Entwurfs ist in den Jahren 1877 bis 1879 die Ausführung erfolgt, wobei die Bauleitung sowie die Bearbeitung der Einzelentwürfe für die Canalisirung dem damaligen Regierungs-Baumeister Kröhncke und für die Hafenanlage dem damaligen Regierungs-Baumeister Kirch oblag. Die Ausführung der Canalisirungsanlagen geschah seitens der Königlichen Regierung in Bromberg unter der Oberleitung des Regierungs- und Bauraths Muyschel in Bromberg, der Hafenanlage nebst Hafenschleuse seitens der Bromberger Hafen-Actiengesellschaft unter Oberleitung des Unterzeichneten.

6. Bromberger Hafen-Actiengesellschaft.

Die Königliche Staatsregierung hielt es nämlich für angemessen, die Hafenanlage durch die an dem Holzhandel Betheiligten ausführen zu lassen. Es war, da ähnliche Gesellschaften für solche Zwecke in Deutschland nicht bestehen, keine leichte Aufgabe, eine Actiengesellschaft ins Leben zu rufen, aus deren Mitteln der Gesamtentwurf bearbeitet, die Hafenanlage unter Beihülfe des Staats gebaut, und letztere nach Verlauf einer Zeitdauer von 74 Jahren zu Gunsten des Staats durch allmähliche Auslosung der Actien abgelöst werden sollte. Es gelang dies dem früheren Leiter und Mitinhaber des gröfsten Berliner Handelshauses auf dem Gebiete des Holzhandels, Herrn Theodor Müller in Berlin, durch dessen rastlose und uneigennützige Bemühungen eine gröfsere Anzahl von Holzgeschäften zum Zeichnen von Actien veranlafst wurde. Das Gesellschaftscapital beträgt $1^1/_2$ Millionen Mark und erhält aus den Einnahmen des Betriebes bis zu 5 Procent Zinsen, während die Ueberschüsse in verschiedene Reservefonds fliefsen. Die Einnahmen werden gedeckt durch das Schleusengeld der Hafenschleuse und durch das Hafengeld.

Es ist zu entrichten:

A. An Schleusengeld für die Bergfahrt der Brahe von Flofsholz:

1. für eine ganze Schleusenfüllung . . . . 50 ℳ,
2. bei geringeren Mengen als $^1/_4$ Schleusenfüllung von je 10 qm der Oberfläche . . . . 0,60 ℳ;

von Schiffsgefäfsen für je 1500 kg Tragfähigkeit:

1. von beladenen Schiffen . . . . 0,10 ℳ,
2. von unbeladenen Schiffen . . . . 0,05 ℳ.

B. An Hafengeld bei einer Liegezeit bis zu 30 Tagen Dauer:

1. für eine ganze Schleusenfüllung . . . . 20 ℳ,
2. bei geringeren Mengen als $^1/_4$ Schleusenfüllung von je 10 qm der Oberfläche . . . . 0,25 ℳ.

Bei einer Liegezeit von längerer Dauer ist aufserdem zu entrichten für weitere je drei Tage Liegezeit:

1. für eine ganze Schleusenfüllung . . . . . 2 ℳ.
2. bei geringeren Mengen als $^1/_4$ Schleusenfüllung von je 10 qm der Oberfläche . . . . 2,5 ₰.

Eine Schleusenfüllung ist zu 928 qm Oberfläche mit Einschlufs des Flottwerks und Wasserraumes angenommen.

Dieser Gebührensatz mag auf den ersten Blick hoch erscheinen, zumal beim Bromberger Canal weit niedrigere Sätze erhoben werden. Thatsächlich sind die Vortheile, welche durch die Anlage eines Sicherheitshafens und durch die Canalisirung der Unterbrahe entstehen, erheblich höher zu veranschlagen. Die Bewachung eines Holztransportes von etwa 2000 qm erforderte zwei Mann und an Kosten monatlich 180 ℳ, während das Hafengeld für einen Monat nur etwa ein Drittel dieses Betrages ausmacht und dafür zugleich vollkommene Sicherheit gegen alle Gefahren gewonnen wird. Das Schleusengeld bildet nur einen Bruchtheil derjenigen Ersparnisse, welche durch die verminderten Treidelkosten erwachsen, nachdem das Gefälle der Brahe fast ganz aufgehoben ist, also nur geringe Zugkräfte anfzuwenden sind.

Nicht hoch genug können aber die Vortheile angeschlagen werden, welche dem Holzhandel durch die Sicherheit erwachsen, mit der jetzt überhaupt Geschäfte abgeschlossen werden können, während früher die Gefahren und die Unsicherheit so grofs waren, dafs sie jeder kaufmännischen Berechnung spotteten.

7. Die Hafen- und Canalisirungsanlage im allgemeinen.

Die grofse, am linken Ufer der Brahe und durchschnittlich etwa 1,5 m über dem mittleren Wasserspiegel derselben gelegene Wiesenfläche, welche sich von der Eisenbahnbrücke bei Brahnau bis zur Weichsel erstreckt, durch Anspülungen dieses Flusses entstanden ist und an der Landseite durch den sandigen Höhenrand begrenzt wird, ist als Hafenfläche eingerichtet worden. Zur Abhaltung der Strömung und des Eisganges ist ein hochwasserfreier Hauptdeich unweit der Brahe und der Weichsel, sowie von diesem Hauptdeiche aus ein gleichfalls hochwasserfreier Querdeich bis an den Höhenrand gezogen. Der erstere erstreckt sich jedoch nicht bis an den Höhenrand, läfst vielmehr an beiden Enden gröfsere Lücken, sodafs die beiden durch den Querdeich gebildeten Flächen, in denen die Häfen ausgehoben und als Aufsen-, bezw. Binnenhafen bezeichnet sind, in offener Verbindung mit der Weichsel bezw. mit der Brahe stehen. Die Verbindung der beiden Hafenflächen geschieht durch eine Kammerschleuse von solcher Gröfse, dafs die von der Weichsel kommenden und sich im Aufsenhafen ansammelnden Flöfse ohne Aufenthalt nach ihren Lagerplätzen im grofsen Binnenhafen weiter befördert werden können. Diese Lagerplätze verlassen dieselben erst an dem Tage, an dem sie zum Einschleusen in den Bromberger Canal berechtigt sind. Um den grofsen Binnenhafen nur in geringer Tiefe ausheben zu müssen, ist unterhalb der Einmündung dieses Hafens in die Brahe ein Nadelwehr erbaut, durch welches die Brahe und der Binnenhafen um 1,7 m aufgestaut und erstere zugleich bis Karlsdorf canalisirt wird. Eine Kammerschleuse ist neben diesem Wehre nicht angeordnet. Die Brahe ist mithin für den Verkehr gesperrt, welcher sich ausschliefslich durch die im Querdeiche liegende Hafenschleuse, somit durch den Hafen bewegen mufs. Erst an der Eisenbahnbrücke gelangen die Fahrzeuge und Flöfse in die Brahe; sie vermeiden also die untere, 2200 m lange, mit schwierigen Krümmungen behaftete Flufsstrecke, an deren Stelle die ganz ruhige Fahrrinne des Hafens (die Hafenstrafse) tritt. Der in der Hafenschleuse zu überwindende Wasserstands-Unterschied der beiden Hafenflächen setzt sich aus der Stauhöhe des Wehres und dem natürlichen Gefälle der Brahe und der Weichsel von der Eisenbahnbrücke bei Brahnau bis zur Mündung des Aufsenhafens in die Weichsel zusammen und beträgt bis 3,87 m.

Bei Karlsdorf, woselbst der von dem unteren, dem sogenannten Hafen-Wehre ausgeübte Stau nur noch etwa 0,5 m beträgt, ist ein zweites Wehr nebst Schleuse in einer Krümmung des linken Ufers erbaut, dessen Stauspiegel sich etwa 2,5 m über den bisherigen mittleren Wasserspiegel oder 2 m über den Rückstauspiegel des unteren Wehres erhebt und an der Stadtschleuse bei Bromberg noch einen Stau von 0,15 m bei Mittelwasser hervorruft. Dieses Mafs ist zwar gering, konnte aber wegen des Widerspruches der Vertreter der sehr werthvollen Seehandlungsmühlen, für welche man einen nachtheiligen Rückstau befürchtete, nicht höher angenommen werden. Es ist daher das Gefälle in der obersten, 350 m langen Strecke noch immer ein ungünstiges geblieben. Für diese Strecke ist für die Abtrennung eines 11 m breiten Fahrwassers von der Brahe durch ein Leitwerk, bestehend aus einer zwischen verholmten Pfahlreihen eingetriebenen niedrigen Spundwand, zwar ein Entwurf gefertigt, derselbe ist aber in Rücksicht auf die Mühlen noch nicht zur Ausführung gebracht.

Im Brahethale, zwischen der Eisenbahnbrücke und Bromberg, sind ferner die Krümmungen noch erheblich geregelt; das linke Ufer ist, soweit dies erforderlich, 0,5 m hoch über den festgestellten Stauspiegel erhöht, zum Schutze gegen das Anstofsen der Flöfse durch Abpflasterung des oberen Theiles der Böschung befestigt und in einer Breite von 5 m als Leinpfad eingerichtet worden. Um die durch die Wehre zum Theil verloren gegangene Vorfluth wieder herzustellen, ist zwischen Bartelsee und dem Karlsdorfer Wehre ein in das Unterwasser des letzteren einmündender Entwässerungsgraben hinter dem Leinpfade angelegt. Dagegen sind die übrigen, zu niedrig gelegenen Flächen des Brahethales theils bis 0,5 m über Stauspiegel erhöht und theils zur Gewinnung von Erde (für die Erhöhung des Leinpfades und der sonstigen Flächen) in gröfserer Tiefe ausgeschachtet. Namentlich hat dieses letztere Verfahren bei den am rechten Braheufer sehr niedrig gelegenen Uferrändern stattgefunden, wodurch hier Wasserflächen gewonnen sind, die als Hafenflächen benutzt werden können. Zum Theil war eine solche Abgrabung auch erforderlich, um die Einschränkung des Hochwasserprofils, welche durch die Erhöhung des Leinpfades herbeigeführt worden ist, wieder auszugleichen.

Bei der Feststellung der Stauspiegel mufste Rücksicht genommen werden:

1. auf thunlichste Verminderung der Strömung, da der Verkehr überwiegend bergwärts gerichtet ist,
2. auf die Erdanshebung für die Hafenflächen,
3. auf die Vorfluth grofser, an der unteren Haltung gelegenen Wiesenflächen,
4. auf die Seehandlungsmühlen in Bromberg.

Die Lage der Wehre war durch Krümmungen des linken Ufers gegeben, in deren Durchstichen das untere Wehr, bezw.

das obere Wehr mit der Schleuse im Trocknen erbaut werden konnten.

Was die **Bauweise der Wehre** betrifft, so konnten nur sog. bewegliche Wehre geeignet erscheinen, da sich der Weichselrückstau noch 4,4 m über den Stauspiegel des unteren und 2,2 m über den des oberen Wehrs erhebt, und es wurde den Nadelwehren der Vorzug gegeben. Anfänglich sollte jedes Wehr eine Weite von 25 m erhalten und in der Sohle 0,8 m unter Mittelwasser gelegt werden; in Rücksicht auf leichtere Bedienung ist jedoch jedes Wehr mittels eines 3,6 m starken Mittelpfeilers, in welchem der Fischpafs angeordnet ist, in zwei Theile zerlegt worden. Der höhere Theil liegt 0,7 m über Mittelwasser, ist 10 m weit und trägt in je 1,15 m Entfernung schmiedeeiserne Böcke nach Poirées Bauart, wie solche u. a. auch an der Saar zur Ausführung gekommen sind, indem sich die 6,5 cm starken, 2,5 m langen Nadeln gegen wagerechte, die Böcke verbindende Schienen legen. Der 15,9 m weite, niedrigere Theil des Wehrs liegt 1,4 m tiefer, nämlich 0,7 m **unter** dem Mittelwasser, und besitzt in je 1,2 m Entfernung Böcke nach Art derjenigen, welche vom Ingenieur Haus bei der Canalisirung der Maas angewandt und neuerdings auch bei der Canalisirung des Mains unterhalb Frankfurt zur Ausführung gekommen sind. Die Nadeln legen sich, nach der Erfindung Kummers, am oberen Ende gegen eine Schiene, welche durch Drehung eines senkrechten Pfostens oder Bolzens mit zum Theil halbkreisförmigem Querschnitte ihr Auflager am einen Ende verliert, sodafs die sämtlichen Nadeln eines Wehrfeldes vom Wasserdrucke fortgeführt werden. Das höhere Wehr mit seinen kurzen, leicht zu bewegenden Nadeln wird zur Ausgleichung der täglichen Schwankungen benutzt. Die aus Beton mit Werksteinübermauerung hergestellten, durch Spundwände begrenzten Wehrkörper sind 7 m lang ausgeführt, aber durch kräftige, sich ober- und unterhalb anschliefsende Sturzbetten gesichert. Die Seitenmauern und der Mittelpfeiler erheben sich beim unteren Wehre 0,6 m, beim oberen Wehre 0,4 m über den Stauspiegel.

8. Der Weichselhafen.

Gröfse des Hafens.

Bei der Aufstellung des Entwurfs war die Bestimmung der **Gröfse des Hafens** eine schwierige Aufgabe. Es liefs sich nämlich nicht im voraus übersehen, welchen Einflufs die Anlage auf das demnächstige Eintreffen der Flöfse ausüben werde, deren Besitzer künftig nicht wie bisher befürchten müssen, dafs ihr Eigenthum sehr lange, vielleicht bis zum nächsten Jahre, auf gefährdeter Wasserfläche lagern werde. Wegen dieser Befürchtung wurde bisher von jedermann ein möglichst frühzeitiges Eintreffen erstrebt. Ferner zeigten die Jahre 1872 und 1873 infolge der aufsergewöhnlichen Handelsverhältnisse der sogenannten Gründerjahre ganz aufserordentliche Steigerungen des Verkehrs, während die vorhergehenden Jahre wegen der damaligen ungenügenden Leistungsfähigkeit des Canals nicht als Regel gelten konnten. Durch Vermehrung der Schützöffnungen in den Canalschleusen auf eine solche Gröfse, dafs die Füllung der Schleusen in etwa vier Minuten erzielt wurde, durch Verbesserung der Speisung des Canals, durch die Anlage eines Wasserschöpfwerks (Dampfmaschine mit Kreiselpumpen), sowie durch allgemeine Verbesserung der Betriebsverhältnisse*) war es nämlich gelungen, die gröfste Zahl der täglichen Schleusungen, welche bisher nur etwa 30 betragen hatte, auf das Doppelte zu heben. Endlich hängt auch die Ansammlung der Flöfse von der Lebhaftigkeit der Kahnschiffahrt und der Oberbrahe-Flöfserei ab, welche gleichfalls grofsen Schwankungen ausgesetzt sind. Es wurden nun in den Canal eingeschleust:

im Jahre 1867 = 281 133 lfde m Flöfse
„ „ 1868 = 289 677 „ „ „
„ „ 1869 = 326 920 „ „ „
„ „ 1870 = 211 937 „ „ „
„ „ 1871 = 260 404 „ „ „
„ „ 1872 = 562 780 „ „ „
„ „ 1873 = 484 592 „ „ „

Etwa das Mittel dieser Zahlen, nämlich 408 000 lfde m, ist dem Entwurf zu Grunde gelegt und dabei der nachfolgende Zu- und Abgang angenommen worden:

Im Monat	Bestand im Hafen lfde m	Zugang von der Weichsel lfde m	Abgang nach dem Canal lfde m	Bestand im Hafen lfde m
April	—	47 000	31 000	16 000
Mai	16 000	141 000	78 000	79 000
Juni	79 000	141 000	78 000	142 000
Juli	142 000	31 000	86 000	87 000
August	87 000	16 000	86 000	17 000
September	17 000	16 000	33 000	—
October	—	8 000	8 000	—
November	—	8 000	8 000	—
		408 000	408 000	

Hiernach beträgt die im Monat Juni zu erwartende gröfste Ansammlung der Flöfse 142 000 lfde m, wofür sich, falls 4,3 m als Mafs der gröfsten hinteren Breite gerechnet werden, eine Hafenfläche von 61 ha ergiebt. Diese Fläche wird von dem Binnenhafen und der Brahe, nach Abzug eines 26 m breiten Streifens für die Verkehrsstrafse, reichlich gewährt. Im Falle der Noth ist es jedoch ausreichend, nur eine 15 m breite Strafse freizuhalten, und gewähren dann der Aufsenhafen, der Binnenhafen und die Brahe zusammen sogar etwa 82 ha. Wird auch die Brahe zwischen der Eisenbahnbrücke und der Brahemündung noch hinzugerechnet, welche bei Hochwasserständen bis zu 5 m genügende Sicherheit gewährt, und aus der die Flöfse durch das alsdann geöffnete Wehr in die frei werdenden Lagerplätze der Brahe vorrücken können, so sind etwa 90 ha verfügbar.

Lage und Anordnung des Hafens.

Für die **Lage des Hafens** mufste als die geeignetste Fläche die am linken Braheufer gelegene, etwa 115 ha grofse Wiesenfläche erscheinen, weil sie an der einen Seite von hochwasserfreien Höhen begrenzt und derartig gelegen ist, dafs sie dem Hochwasserprofile der Weichsel entzogen werden konnte, ohne nachtheilige Rückwirkungen für das Weichselthal oder zerstörende Angriffe auf die Anlage selbst befürchten zu müssen. Die am rechtsseitigen Braheufer bei Langenau gelegene Niederung, welche ursprünglich in Frage kam, war weit ungünstiger in dieser Beziehung gelegen und aufserdem höher und kostspieliger. Was die Anordnung des Hafens in jener grofsen Fläche betrifft, so mufste es aus den folgenden Gründen am günstigsten erscheinen, denselben in der ganzen Erstreckung des Höhenrandes anzulegen:

*) Näheres in der Festschrift „Der Bromberger Canal“, von H. Garbe, Königl. Wasser-Bauinspector. Bromberg 1874. Mittler.

1. Am Höhenrande lag das Erdreich durchschnittlich 0,8 m niedriger als an den Ufern, sodafs die geringste Menge von Erdarbeiten entstand;

2. die freien Oeffnungen des Hafens zwischen dem Höhenrande und den Deichenden erhielten nur geringe Länge, was für die sichere Lage der Hölzer im Hafen zur Zeit des Hochwassers in Rücksicht auf Wellenschlag, Strömung und Eisgang günstig war;

3. das breite Vorland des Deiches bildete den werthvollsten Theil der Gesamtfläche;

4. die Hochwasserströmung der Weichsel wird am wenigsten beschränkt, sodafs auch der Deich eine sehr sichere Lage erhält;

5. bei gröfseren Beschädigungen des Deiches durch den Eisgang bildet das Vorland den besten Ersatz in nächster Nähe;

6. durch Hinausschiebung des Deiches ist eine künftige Vergröfserung der Hafenfläche unschwer zu erreichen.

Der Aufsenhafen.

Der Aufsenhafen mufste, um zu jeder Zeit, also auch bei den niedrigen Weichselständen zugänglich zu sein, sehr tief ausgehoben werden, sodafs es erwünscht schien, ihn auf das geringste Flächenmafs, nämlich auf 9 ha, einzuschränken. Dies war auch recht wohl thunlich, da er nicht etwa eine Zufluchtsstätte für die sich auf der Weichsel befindenden Hölzer bei herannahendem Hochwasser, vielmehr ein Sammelbecken vor der Schleuse bilden soll, in welches die vor der Brahe eintreffenden und nach dem Canale bestimmten Hölzer sofort einlaufen können, um dann ohne erheblichen Aufenthalt nach dem Binnenhafen, bezw. den Lagerflächen in der Brahe weiter befördert zu werden. Ohne ein solches Sammelbecken würde kein ununterbrochener Betrieb an der Hafenschleuse möglich sein. Der Aufsenhafen zerfällt in zwei Theile, in eine tiefe, die Hafenstrafse bildende Fahrrinne, welche selbst bei dem niedrigsten Weichselstande von — 0,52 m am Uszke-Pegel noch die erforderliche Tiefe für die Kähne, d. i. 1,25 m bietet und daher auf Ord. 14,5 m ausgehoben ist. Diese Fahrrinne ist an der Deichseite hergestellt, weil dort die Erde in nächster Nähe abzulagern war und auch befürchtet werden mufste, dafs tiefe Einschnitte am Höhenrande zu gefährlichen Abrutschungen desselben, wie solche sowohl an der Brahe bei Brahnau als an der Weichsel bei Deutsch-Fordon früher eingetreten sind, Veranlassung geben könnten. Die Hafenstrafse war ursprünglich in 16 m Sohlbreite und mit zweifachen Böschungen gedacht, sodafs sich selbst bei Kleinwasser noch eine 21 m breite Wasserfläche bilden konnte. Bei der Ausführung ist die Sohlbreite jedoch auf 13,8 m mit dreifachen Böschungen eingeschränkt, da die unteren Schichten so weich waren, dafs zweifache Böschungen unter dem Einflusse des benachbarten Deichkörpers, welcher die weiche Unterlage zusammenprefste und an einzelnen Strecken Verschiebungen und Auftreibungen der Böschung und Sohle herbeiführte, nicht zu halten waren. In Rücksicht auf diese Gefahr war von Anfang an ein 4 m breiter Absatz in der Höhe von Ord. 11 m, etwas über dem gewöhnlichen Sommerwasser, und ein zweiter, 8 m breiter Absatz in Höhe von Ord. 8,8 m, dem gewöhnlichen Hochwasser, in Aussicht genommen.

Die Sohle der eigentlichen Aufsenhafenfläche ist in Höhe von Ord. 12,9 m, mithin 1,6 m höher als die Sohle der Aufsenhafenstrafse, gelegt worden. Die Höhenlage entspricht einem Wasserstande von etwa — 0,15 m am Uszke-Pegel, sodafs die Flöfse noch bei einem Wasserstande von + 0,35 m an diesem Pegel die genügende Wassertiefe finden. Ein niedrigerer Wasserstand tritt in den Monaten April, Mai und Juni, in denen gröfsere Mengen von Flöfsen vor der Brahe ankommen, nicht ein, und falls derselbe ausnahmsweise in den späteren Monaten sich zeigt, so genügt alsdann die Hafenstrafse allein. Am Höhenrande ist neben dem Aufsenhafen ein 5 m breiter Weg in Höhe von Ord. 9,5 m angelegt, der bei den gewöhnlichen Hochwasserständen noch wasserfrei ist; die zweifache Böschung desselben hat in der Höhe von Ord. 11 m noch einen 1 m breiten Absatz erhalten, um Rutschungen zu verhüten und einen schmalen Leinpfad für die kleinen Wasserstände zu besitzen.

Die Hafenmündung schliefst sich an das einbuchtende Weichselufer; sie ist am Höhenrande mit einem Faschinengrundbette eingefafst und an der Hafenstrafse mit einer 8 m breiten Mole, welche nur wenig vor dem, zum Schutze des Weichselufers, sowie zur Verbesserung dieses Stromes seitens der Weichselstrombau-Verwaltung erbauten Parallelwerke vorspringt. Die Mole ist ringsum von Faschinen-Grundbetten eingefafst, welche durch Sinkstücke und Senkfaschinen vor Unterspülung gesichert sind. Der eigentliche Körper der Mole ist von Erde geschüttet, abgepflastert und bildet den Auslauf des Hafendeichs, welcher mit einer Neigung von 1 : 18 bis zur Mole abfällt.

Der Binnenhafen.

Auch der Binnenhafen, welcher sich von der Hafenschleuse bis zur Brahe erstreckt, zerfällt in die tiefere, sich längs des Deiches hinziehende Hafenstrafse und in die höher gelegene Hafenfläche. Die Sohle der Hafenstrafse ist so niedrig gelegt worden, dafs sie den Kähnen selbst bei ganz geöffnetem Wehre und beim niedrigsten Stande der Brahe noch genügende Wassertiefe bietet. Der unter jener Voraussetzung in der Brahe zu erwartende niedrigste Wasserspiegel hat eine Ord. von 11,4 m; die Sohle der Hafenstrafse ist noch 1,3 m niedriger, auf Ord. 12,7 m gelegt. Die Sohlbreite ist zu 11 m, die Böschungen sind zweifach angenommen, sodafs sich bei Kleinwasser eine Wasserspiegelbreite von 16 m bildet, die in Rücksicht darauf, dafs sie nur zur Zeit der Ausbesserung des Wehres oder im Winter bei sehr schwachem Verkehr entsteht, ausreichend ist. Vor der Schleuse ist jedoch eine Verbreiterung der Sohle bis auf 32 m vorgenommen. An der Deichseite ist in Rücksicht auf den benachbarten Deichkörper in der Höhe von Ord. 10,6 m, d. i. 1,2 m unter dem Stauspiegel, ein 4 m breiter Absatz zur Ausführung gebracht.

Die Binnenhafenfläche selbst ist am Höhenrand 0,8 m und an der Hafenstrafse 0,9 m unter den gewöhnlichen Stauspiegel des unteren Wehres, mithin auf Ord. 10,2 bezw. 10,3 m gelegt worden. Die Flöfse haben gewöhnlich nur 0,3 m, selten bis 0,5 m Tiefgang. Jene Mafse schienen erforderlich, um auch bei etwas gesenktem Stauspiegel, welcher bei höheren Brahewasserständen ausnahmsweise zur Verhütung einer Ueberschwemmung der oberhalb gelegenen Wiesen wohl eintreten kann, noch genügende Tiefe zu behalten. Die Wege an beiden Seiten sind 8 m breit, 0,5 bis 0,7 m über dem Stauspiegel angelegt und bekiest.

Die Begrenzung des Hafens ist am Höhenrande so ausgeführt, dafs sie eine möglichst geradlinige wurde und tiefere

Einschnitte in das quellige Ufer in Rücksicht auf Rutschungen vermieden wurden.

Die Wasserfläche des Binnenhafens mifst etwa 50 ha und ist durch numerirte Anbindepfähle, welche sich bis Ord. 4,5 m, d. i. 0,5 m über den Hochwasserspiegel erheben, in Felder von 100 m Länge und 45 m Breite zerlegt worden, sodafs die einzelnen Flofstafeln sicher befestigt und leicht aufgefunden werden können. Diese hohen Pfähle sind, um ein Vertreiben der Flöfse bei Hochwasser zu verhüten, auch an der Binnenseite des Treidelweges am Höhenrande eingeschlagen; ferner ist durch dieselben eine Wasserstrafse längs dieses Weges abgegrenzt worden. In ähnlicher Weise sind auch die Anbindepfähle des etwa 9 ha grofsen Aussenhafens angeordnet.

Die Länge des Hafens von der Weichsel bis zur Brahe beträgt rund 2900 m, seine gröfste Breite, im Stauspiegel gemessen, 330 m.

Der Hafendeich.

Der **Hafendeich** ist zwar keinem Wasserdrucke, aber dem Wellenschlage an beiden Seiten und dem oft mit gröfster Heftigkeit auftretenden Eisgange der Weichsel an der Flufsseite ausgesetzt. In Rücksicht darauf ist die Krone 1 bis 1,2 m über den höchsten Wasserstand, auf Ord. 3,8 bis 4 m, angelegt und auf der oberen Strecke, längs der Brahe, wo der Aushub des Hafens nicht die genügende Erde lieferte, nur 3 m breit, mit dreifacher Aufsen- und zweifacher Binnenböschung ausgeführt, während in der Nähe der Brahemündung und längs der Weichsel, wo stärkere Angriffe zu befürchten sind, eine vierfache Aufsenböschung und je nach dem verfügbaren guten Deichmaterial eine 4,5 bis 5 m breite Krone nebst zweifacher Binnenböschung geschüttet worden sind. Längs des Aufsenhafens lehnt sich unmittelbar an die Binnenböschung des Deiches das Erdlager in einer Höhe von etwa Ord. 6 m.

Von der Hafenstrafse ist der Deich durch eine 8 m breite Binnenberme getrennt, welche 0,2 m Gefälle besitzt, an der Hafenstrafse 0,5 m über dem Stauspiegel, bezw. über dem gewöhnlichen Weichselhochwasser, d. h. auf Ord. 8,9, bezw. 8,8 m liegt und grofsentheils angeschüttet ist. Auch an der Aufsenböschung ist, soweit das Erdreich niedriger lag, eine 5 m breite, zur Abfuhr des Heues bestimmte, auf Ord. 9,5 m liegende Berme zur Ausführung gebracht.

Die Böschungen des Deiches und die über dem Wasserspiegel liegenden Böschungen des Hafens sind berast, ingleichen war auch an der Binnenseite die Berasung des Wellenschlags wegen nicht zu entbehren. Nur die mit $^1/_{12}$ Neigung an der Brahe und mit $^1/_{18}$ Neigung an der Weichsel abfallenden Enden des Deiches sind in Rücksicht auf Strömung und Eisgang auf der ganzen Oberfläche mit 0,3 m starken Granitgeschieben auf 0,2 m starker Kiesunterbettung abgepflastert und die Fugen des Pflasters durch einen Beton aus Kies und Cement-Kalkmörtel ausgefüllt. In gleicher Weise sind auch die gefährdetsten Theile der Hafenböschung im Anschlusse an die Brahe und an die Weichselmole gesichert. Die Ausfüllung der Fugen mit jenem billigen Beton hat sehr gute Dienste gegen das Ausspülen der Unterbettung und das Versacken der Steine geleistet.

An Stelle des, zur Absperrung der Hochwasserströmung erforderlichen Querdeiches ist fast überall eine breitere Ebene geschüttet worden, um Raum für das Beamtengehöft nebst Garten zu schaffen und den Aushubboden unterzubringen. Die eigentliche, in Höhe des Hafendeiches liegende Dammkrone dient als Zufuhrweg, ist deshalb befestigt und schliefst sich mit einer Auffahrt an den Höhenrand bei Deutsch-Fordon. Aufserdem sind von den beiderseitigen Wegen der beiden Häfen Auffahrten angelegt, welche in dem Lageplane auf Bl. 34 zu erkennen sind.

9. Die Hafenschleuse.

Die zwischen Aufsen- und Binnenhafen erbaute, auf Bl. 35 bis 37 dargestellte **Hafenschleuse** hat sehr bedeutende Abmessungen erhalten, da sie nach den Bedürfnissen der Flöfserei bemessen werden und der Forderung entsprechen mufste, bei allen Wasserständen, sowohl bei dem niedrigsten als bei dem höchsten, welche einen Abstand von 13,27 — 5,05 = 8,22 m zeigen, zu schleusen. Die Weichselschiffahrt, deren Fahrzeuge höchstens 5,8 m breit, 45,5 m lang, gewöhnlich nur 4,55 m breit, 40,1 m lang sind, hätte weit geringere Abmessungen verlangt; auch ruht dieselbe bei den höchsten Wasserständen.

Die Schleuse mifst	im Oberhaupt . .	11,5 m,
	in der Kammer .	60,0 m,
	im Unterhaupt .	12,5 m,
	zusammen .	84,0 m Länge

und hat einschliefslich der schrägen Flügel eine Gesamtlänge von 104,1 m.

Die Weite beträgt	in den Häuptern .	9,0 m,
	in der Thorkammer	10,5 m,
	in der Kammer .	18,2 m.

Die Weiten sind so bestimmt, dafs die in der Breite aus vier canalmäfsig verbundenen Flöfsen zusammengesetzten, 17 bis 17,5 m breiten Weichseltraften in den Häuptern zur Hälfte sich bewegen können und in der Kammer Platz finden. Die Weichseltraften haben gewöhnlich 100 m Länge. Dieses Mafs für die Kammer zu Grunde zu legen, erschien nicht nothwendig, da hierdurch eine übermäfsige Länge entstanden wäre und fast immer mehrere Traften zu einem Transport gehören, sodafs aus der Zerlegung einer Traft, welche für die Brahe- und Canal-Beförderung ohnehin geschehen mufs, keine Nachtheile entstehen. Bei der Kammerlänge von 60 m können 240 lfde m Flöfse, gegenüber 60 bis 70 lfde m bei dem Bromberger Canale, Platz finden. Rechnet man täglich 40 Schleusenfüllungen, so können an einem Tage $40 \cdot 240 = 9600$ m nach dem Binnenhafen geschleust werden. Hiervon gehen weiter nach dem Canale in den Frühjahrsmonaten täglich $\frac{78\,000}{30} = 2600$ m, verbleiben 7000 m zur Ausfüllung der Hafenflächen, welche bei gewöhnlichen Verhältnissen etwa 142 000 lfde m aufnehmen können und daher in 20 Tagen zu füllen sind.

Die Schleuse ist im Stande, monatlich $30 \cdot 9600 = 288\,000$ lfde m Flöfse durchzuschleusen, während der künftige Zugang oben nur auf 141 000 m geschätzt wurde; das Bauwerk genügt also auch unter der Voraussetzung, dafs an einzelnen Tagen, wie dies oft der Fall ist, die doppelte Menge des durchschnittlichen Betrages eintrifft, und bei einem noch gröfseren Zugange findet erst eine erheblichere Ansammlung im Aufsenhafen statt. Thatsächlich sind an günstigen Tagen bei Nachtbetrieb bis zu 46 Schleusenfüllungen gemacht und 10 450 lfd. m Flöfse sowie 7 Kähne geschleust worden.

Die Häupter sind versetzt worden und erheben sich, um der Forderung des jederzeitigen Durchschleusens zu genügen, bis auf Ord. 4,5 oder 0,55 m über den höchsten Wasserstand, während die Kammerwände 4,6 m niedriger, nämlich nur auf Ord. 9,1 oder 0,3 m über gewöhnlichem Stauspiegel gelegt worden sind, von welcher Höhe Treppen bezw. Böschungen bis zu den Häuptern und der Schleusenebene ansteigen. Diese Anordnung wurde in Rücksicht auf Kostenersparnifs gewählt, welcher Gesichtspunkt überhaupt bei Aufstellung des Entwurfs stets in erster Linie zu beachten war, um das Zustandekommen der Anlage zu ermöglichen. Sie ist jedoch ohne Nachtheile für den Verkehr, weil bei Wasserständen, welche die Kammerwände überfluthen, niemals von binnen nach aufsen geschleust werden wird; bei einem Schleusen von aufsen nach binnen, d. h. von dem Unter- nach dem Oberwasser, kann der Umstand, dafs sich die Wasserfläche mit dem Steigen des Wassers verbreitert, keine Nachtheile bringen, vielmehr läfst sich alsdann möglicherweise die durch die Böschungen herbeigeführte breitere Wasserfläche in günstiger Weise ausnutzen.

Der Unterdrempel und der Kammerboden sind in Höhe der Aufsenhafenstrafse auf Ord. 14,5 m, der Oberdrempel in Höhe der Binnenhafenstrafse auf Ord. 12,7 m, die Thorkammer 0,3 m tiefer, auf Ord. 14,8 bezw. 13 m gelegt worden.

Da der tragfähige Sandboden hoch genug lag, so sind die Kammermauern sowie die beiden Häupter auf Beton zwischen Pfahl- bezw. Spundwänden gegründet worden. Die Kammer selbst ist dagegen in Rücksicht auf Kostenersparnifs nur durch ein Sturzbett gesichert worden, das aus zwei Lagen von je 0,2 m starken, fest gebundenen Würsten aus Faschinen, einer 0,2 m starken Bettung aus Steinschlag und einem 0,4 m starken, dicht zusammen gearbeiteten Pflaster aus gröfseren Granitfindlingen besteht, also 1 m stark ist. Längs der Mauern sind die Fugen des Pflasters noch in etwa 3 m Breite durch Kiesbeton gedichtet, um hier zur Sicherung der benachbarten Grundmauern jede Ausspülung zu verhüten. Das Sturzbett hat auch bisher noch keine Veränderungen gezeigt. In gleicher Weise ist der Boden zwischen den Aufsenflügeln, welcher starken Strömungen ausgesetzt ist, gesichert und durch eine dicht schliefsende Wand aus Rundpfählen begrenzt.

Das zwischen den umschliefsenden Pfahlwänden 16,5 m breite Betonbett des Oberhauptes ist im oberen Theile nur 1,2 m stark ausgeführt, fällt mit der Unterkante mit einer Neigung von 1:4 ab und besitzt in seinem unteren Theile eine Stärke von 1,5 m. Auch der anschliefsende Kammerboden ist in einer Länge von 6 m in dieser Stärke betonirt worden, um den heftigen, durch die Umläufe veranlafsten Strömungen Rechnung zu tragen. Dadurch ist es erreicht, dafs das Betonbett noch 1 m tiefer als die Unterkante des Sturzbettes eingeschnitten, also selbst bei etwaigen Sackungen und Ausspülungen des letzteren nicht gefährdet ist. Wegen dieses Umstandes hat das im ganzen etwas stärker in Anspruch genommene kürzere und breitere Betonbett des Unterhauptes in der Mitte, d. h. vor dem Sturzbette, eine Stärke von 1,8 m erhalten, die an den Enden bis auf 1,5 m abnimmt.

Die Uebermauerung der Häupterböden ist aus Ziegeln mit Klinkerrollschicht 0,5 m bezw. 0,8 m stark ausgeführt; kostspielige Werksteine sind nur für die Bekleidung der Anschlagsflächen und für die Kante des oberen Abfallbodens, also nur an den nothwendigen Stellen, gewählt. Diese Drempelquader, 0,49 m stark, dienen nur zur Bekleidung der Anschlagsflächen, reichen also nicht in die Thorkammerböden.

Die Betonbetten der Kammer- und Flügelwände sind 1,2 m stark und liegen 0,5 m tiefer als die Unterkanten der Sturzbetten. Nach der Vorderkante springen sie um etwa 0,8 m vor, um eine günstige Lage der Drucklinie der Mauer in Bezug auf die tragende Bodenschicht zu erhalten und durch jenen Absatz gleichzeitig eine gröfsere Sicherheit gegen die Gefahr der Unterspülungen zu erzielen.

Für die Umschliefsung der Betonirung sind Pfahlwände statt der sonst üblichen Spundwände vorgezogen, weil bei dem für das Rammen ungünstigen Kies-, festen Sand- und braunkohlenhaltigen Boden eine gröfsere Dichtigkeit als bei den Spundwänden erzielt werden konnte. Es traten bei der Spundwand durch das Abspringen der Brüstungen und das Einkeilen von Steinchen zwischen Nuth und Feder grofse Unregelmäfsigkeiten hervor. Auch sind die Kosten der Pfahlwände erheblich geringer als diejenigen der Spundwände. Bei Betonbetten, welche so tief in den fest abgelagerten tragfähigen Untergrund eingeschnitten und gegen Unterwaschungen anderweitig genügend gesichert sind, beruht die Bedeutung der umschliefsenden Längswände fast ausschliefslich in dem Umstande, dafs sie die Ausführung erleichtern. Selbst die wasserkehrende Eigenschaft der Querwände kommt bei den hier vorhandenen Bodenverhältnissen nur in untergeordnetem Grade zur Geltung. Da der Grundwasserspiegel in Höhe von Ord. 11,5 m erwartet wurde, während des Rammens der Wände aber Wasserschöpfen vermieden werden sollte, so ergab sich für die Oberkante der Wände eine Ord. von 11,2 m; die Unterkante reichte je nach der Inanspruchnahme der Wand 1,5 bis 2,5 m, durchschnittlich 2 m, unter die Betonunterkante, woraus sich eine Länge der Wände von 5 bis 7,8 m ergab, welche Länge zum gröfsten Theile durch den Boden zu rammen war. In Rücksicht hierauf wurde die Stärke der Pfahlwände zu 22 und 24 cm gewählt. Spundwände sind nur an einzelnen, besonders wichtig erscheinenden Theilen, nämlich hinter den beiden Häuptern und im unmittelbaren Anschlusse an dieselben vor einem Theile der Kammermauern und vor den unteren Flügelmauern zur Ausführung gebracht.

Die Mauern der Häupter und der Kammer sind in der Vorderfläche ohne Anlauf ausgeführt, weil ein solcher beim Durchschleusen von binnen nach aufsen wegen der beim Leeren der Kammer schmäler werdenden Wasserfläche leicht ein Klemmen der Flöfse herbeigeführt hätte. Nur der Fufs der Kammermauer ist auf 1,8 m Höhe mit 0,5 m Böschung, also mit etwa $^1/_4$ Neigung angelegt, weil niedrige Wasserstände, bei denen jene Neigung vielleicht von Einflufs sein könnte, äufserst selten eintreten und die Standfestigkeit der Mauer durch jene untere Böschung erheblich erhöht wird. Die Flügelmauern, bei denen keine Rücksicht auf Festklemmen der Flöfse zu nehmen war, sind dagegen mit $^1/_{15}$ Neigung geböscht. Für die Mauern ist, von der Verstärkung an den Häuptern abgesehen, eine obere Stärke von 1,5 m zu Grunde gelegt, welche Breite für die Treppen erforderlich und auch im übrigen angemessen war. Die untere Breite wurde gewöhnlich gleich der halben Höhe gewählt und die Rückseite abgetreppt, sodafs sich eine mittlere Mauerstärke von 0,33 bis 0,4 der Höhe ergab und die Drucklinie, unter der Annahme eines natürlichen Böschungswinkels der Erde von 20°, die Grundlinie etwa an der Grenze des mittleren Drittels schneidet. Nur für die Kammerwände wurde

das Profil wegen der nahen Erdschüttungen etwas gröfser angenommen. Die gewählten Mauerstärken haben sich als durchaus genügend erwiesen. Das Material derselben besteht aus gewöhnlichen, gut durchgebrannten Ziegelsteinen mit einer durchschnittlich $^3/_4$ Stein starken, im Kopfverbande ausgeführten Klinkerverblendung. Quader sind nur an den unbedingt nothwendigen Stellen, namentlich für die Wendenischen, für die Abdeckung der Häupter, die nach der Kammer hinabführenden Treppen, sowie bei dem Anschlusse an die Drehbrücke verwendet worden, und zwar aus bestem schlesischen Granit, in einem Cementmörtel von einem Theil Cement und zwei Theilen Sand versetzt. Die übrige Abdeckung ist durch eine $^1/_2$ Stein starke Klinkerrollschicht bewirkt worden.

Zum Füllen und Leeren der Kammer sind in beiden Häuptern überwölbte Umläufe von 1,3 m Weite und 2,2 m Lichthöhe angelegt, welche durch, auf Blatt 36 dargestellte Drehschütze in kürzester Zeit geöffnet und geschlossen werden können.

Abgesehen von den Umläufen, hat auch jeder Thorflügel zwei Schützöffnungen erhalten von je 1 m Weite und 0,55 m Höhe, sodafs beim Füllen oder Leeren mit den Umläufen zusammen 7,5 qm Querschnitt verfügbar sind, wodurch die Füllung der Schleuse bei dem gewöhnlichen Gefälle von 2 m in etwa vier Minuten möglich ist. Diese Schützöffnungen sind namentlich auch angelegt worden, um bei etwaigen Ausbesserungen an den Drehschützen, für deren Abdämmung durch besondere Dammfalze Sorge getragen ist, den Betrieb nicht unterbrechen zu müssen. Auch sollen diese kleineren Oeffnungen bei sehr starkem Schleusengefälle zur Zeit der niedrigen Unterwasserstände zuerst benutzt werden, damit die aus den grofsen Umläufen sich entwickelnde, aufserordentlich heftige Strömung nicht das Bauwerk schädigt.

Die Schleuse ist mit zwei hölzernen Thorpaaren versehen, welche zur Zeit des kleinsten Weichselwassers einen Wasserdruck von 13,27 — 9,4 = 3,87 m, bei mittlerem Sommerwasser einen solchen von 11,7 — 9,4 = 2,3 m und bei höchstem Wasser einen Druck von 0,3 bis 1 m erleiden. Bei Hochwasser, wo ein Rückstau von der Weichsel nach der Brahe ausgeübt wird, kann sogar der Fall eintreten — und derselbe ist im Winter 1878/79 gelegentlich einer Eisstopfung wirklich dagewesen —, dafs sich das Weichselwasser rascher erhebt, als das Wasser im Brahethale wegen der nur spärlich von der Brahe gelieferten Wassermenge zu steigen vermag. Es tritt alsdann eine Strömung von der Weichsel nach der Brahe ein, durch welche die Thore der Schleuse geöffnet werden können. Sobald das Brahethal angefüllt ist, tritt wieder das richtige Verhältnifs ein; es wird dann das Gefälle zwischen Aufsen- und Binnenhafen in der Regel nur etwa 0,3 m betragen, und nur bei Eisstopfungen kann das Gefälle, wie dies gleichfalls im Winter 1878/79 beobachtet worden ist, bis 1,2 m steigen.

Da das Durchschleusen auch zur Zeit des Hochwassers gefordert wurde, so erheben sich beide Thorpaare bis 0,15 m über den höchsten beobachteten Wasserstand, d. h. bis Ord. 4,9 m, während die Unterkante noch 0,15 m unter Drempel-Oberkante, d. h. bis Ord. 14,65 bezw. 12,85 m reicht. Danach ist die Höhe der Unterthore 9,75 m, diejenige der Oberthore 7,95 m. Bei diesen bedeutenden Höhen mufste die Frage entstehen, ob nicht die Thorflügel in der Höhe aus zwei Stücken zusammenzusetzen seien, aus einem unteren, für gewöhnliche Wasserstände zu benutzenden Theile und einem oberen Flügel für das Hochwasser. In Rücksicht auf die schwierigere Bedienung solcher getheilten Thore ist jedoch davon abgesehen worden. Die Thore sind nach holländischer Art gebaut, d. h. die Riegel liegen auf der Rückseite bündig mit der Schlag- und Wendesäule, die Streben parallel den schräglaufenden, 6 cm starken Bohlen. Die Thore sind 36 cm stark, die Wende- und Schlagsäulen messen 36 × 48 cm, die Ober- und Unterrahmen 36 × 40 cm, die oberen Riegel 30 × 32 cm, die beiden unteren Riegel der Oberthore 32 × 46 cm, die vier unteren Riegel der Unterthore 34×36 cm, 32×46 cm, 32×50 cm, 32×50 cm. Diese zwei bezw. vier unteren Riegel treten nämlich bei den Oberthoren um 16 cm, bei den Unterthoren um 6, 16, 20, 20 cm an der Rückseite vor, sind dagegen nach den Säulen zu bündig mit denselben abgearbeitet, um die eisernen Schienen und Bügel an beiden Seiten gut anbringen zu können. Diese Stärken, sowie die Entfernungen der Riegel sind so bestimmt worden, dafs die Riegel eine Inanspruchnahme von höchstens 80 kg auf 1 qcm erleiden. Die Streben sind 20 × 32 cm stark gemacht. Wende- und Schlagsäulen, sowie der Belag sind von Eichenholz, die übrigen Theile von bestem Kiefernholze gefertigt worden, welches an einzelnen gut zusammengefügten Thoren des Bromberger Canals eine dreifsigjährige Dauer gezeigt hat. An der Wendesäule sind Bügel, an der Schlagsäule Schienen eingelassen, aufserdem sind, namentlich wegen der bequemeren Aufstellung der Thore, Zuganker zwischen Schlag- und Wendesäule eingezogen worden. Gegen das Versacken sind Zugstangen an jeder Seite angebracht. Die untere Pfanne ist als gufseiserner Schuh mit 0,2 m hohen Lappen, der obere hohl gegossene, 0,2 m starke Zapfen gleichfalls in Verbindung mit einem Schuh, welcher die Wendesäule und den Oberrahmen umfafst, hergestellt. Der untere, gufsstählerne Zapfen hat 0,2 m Durchmesser, das Halsband 12 cm Breite und 3 cm Stärke erhalten und ist mit den beiden Ankern durch Keile in bekannter Weise verbunden. Die Anker sind so angeordnet, dafs auch die am Ende derselben sich befindenden gufseisernen Platten leicht nachgesehen werden können.

Die Schütze in den Thoren sind aus Blech hergestellt, bewegen sich zwischen eisernen Leitschienen und werden mittels gewöhnlicher Winden geschlossen. Sie wurden ihrer gröfseren Sicherheit wegen den Jalousie- und den Drehschützen vorgezogen, weil bei ihnen die von den Flöfsen abgespülten Verbandmaterialien weniger leicht Störungen hervorrufen können. Die Umläufe dagegen sind mit Drehschützen versehen, da vor ihnen angebrachte starke Eisengitter jene schützen.

Die Aufstellung der Thore geschah in der Schleuse selbst, nachdem sie in einem Schuppen bearbeitet, zusammengesetzt und dann wieder auseinander genommen waren.

Die Bewegung der Thore erfolgt in Rücksicht auf ihre grofse Höhe durch schmiedeeiserne Zugstangen, welche über dem Stauspiegel angreifen und mittels Winde und Kurbel von den Häuptermauern bewegt werden. Damit die Zugstange bei geschlossenem Thore Platz findet, ist ein überwölbter Canal hinter der Häuptermauer hergestellt, welcher durch eiserne Balken, die sich an ihrem Ende auf eingeschraubte gufseiserne Säulen legen, getragen wird.

Ueber das Unterhaupt der Schleuse führt eine zwischen den Geländern 3,3 m breite schmiedeeiserne Drehbrücke, welche in ihren Einzeltheilen auf Blatt 37 dargestellt ist und namentlich

wegen der Bewirthschaftung des Aufsendeichlandes nothwendig erschien. Sie besitzt drei, mittels Querverbindungen gegen einander abgesteifte vollwandige Langträger von 0,22 bis 0,5 m Höhe und bildet in geschlossenem Zustande einen linksseitigen kurzen Arm von 3,2 m und einen rechtsseitigen langen Arm von 11,05 m Stützweite. Der mittlere Stützpunkt besteht in vier paarweise angeordneten Laufrädern von 0,6 m Durchmesser, die sich auf drei Schienen bewegen und lose auf ihren Zapfen laufen; auf den beiden Achsen der Räder sind gufseiserne Stühle mit Kipplagern befestigt, um ein Schwingen der Brücke zu ermöglichen. Das linksseitige, durch drei Stützrollen gebildete Auflager kann dadurch beseitigt werden, dafs eine gufsstählerne Schraubenspindel mit rechteckigem Gewinde mittels Kurbelstange gedreht wird, wodurch die Stützrollen von ihren Unterlagen entfernt werden. Am rechtsseitigen Auflager befinden sich drei einzelne, unter jedem Langträger angeordnete gufseiserne Lagerstühle; durch schmiedeeiserne, mittels zweier Schrauben festgeklemmte Keile läfst sich eine Ausgleichung in der Höhenlage der zahlreichen Stützpunkte herbeiführen. Behufs Oeffnens der Brücke werden zunächst die Stützrollen des linksseitigen Auflagers durch Drehen der Schraubenspindel gehoben, worauf sich die Brücke am linksseitigen Ende, wo sie mit Uebergewichten versehen ist, so lange senkt, bis das Brückenende von der Stützpfanne des seitlich angeordneten Drehzapfens getragen wird. Der lange Brückenarm entfernt sich von dem rechtsseitigen Auflager und es kann ein Ausschwenken der Brücke durch Bewegung eines Getriebes, welches in den auf dem Pfeilermauerwerk festgelagerten Zahnkranz eingreift, mittels Kurbelstange herbeigeführt werden. In geöffnetem Zustande wird der lange Arm durch ein hölzernes, durch Abstrebungen versteiftes Joch oder Gerüst unterstützt.

10. Die Ausführung der Hafenanlage.

Die Arbeiten für die Canalisirung wurden im Spätsommer 1876, diejenigen für die Hafenanlagen am 26. Juli 1877 in Angriff genommen; letztere wurden dem Bauunternehmer R. Schneider in Berlin übertragen und so gefördert, dafs sie im November 1878 im wesentlichen vollendet waren und im April 1879 amtlich für betriebsfähig erklärt werden konnten.

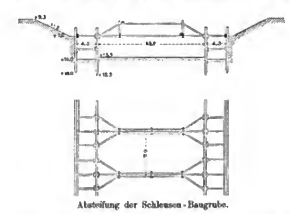
Die Ausführung der Hafenschleuse ist, da für dieselbe nur eine Bauzeit von etwa $1^1/_4$ Jahren zur Verfügung stand, im wesentlichen ohne zeitraubende und kostspielige Baggerungen bewirkt worden, obgleich die Sohle der Betonbetten bis 8 m unter Erdoberfläche, etwa 5,5 m unter den Grundwasserspiegel in den sandigen Untergrund gesenkt werden mufste.

Diese Art der Ausführung wurde einer Zerlegung der Baustelle in 4 oder 5 von einander unabhängige kleine Baugruben, in denen Wasserbewältigung, Baggerung, Betoniren und Mauern gesondert hätten bewirkt werden können, namentlich auch mit Rücksicht auf die Sturzbetten in der Kammer und vor dem Unterhaupte vorgezogen. Es war für die spätere Sicherheit des Bauwerkes von der gröfsten Wichtigkeit, dafs die Sturzbetten im Trocknen hergestellt wurden, um das Pflaster dichtschliefsend auf abgerammter Unterlage von festgebundenen Würsten und Steinschlag versetzen zu können. Ein Ausschöpfen der Kammer nach erfolgter Betonirung wäre dagegen leicht von nachtheiligen Folgen gewesen; insbesondere hätte das hochliegende Betonbett des Oberhauptes gefährdet werden können.

Die Schleusenbaugrube wurde deshalb zunächst bis Ord. 12,0 d. i. 0,5 m unter dem Grundwasserspiegel, bis zu welcher Tiefe nur ein geringer Wasserzuflufs befürchtet zu werden brauchte, ausgehoben, und auf dieser ebenen Fläche die Einrammung der für die Umschliefsung der künftigen Betonbetten erforderlichen Pfahl- und Spundwände, ohne alle Rüstungen bewirkt. Abends wurde bis 9 Uhr bei elektrischer Beleuchtung gearbeitet, sodafs die Rammarbeiten, welche 2996 qm Pfahl- und Spundwände, 35 Stück Bund- und 83 Stück Rundpfähle umfafsten, bis Ende Januar 1878 vollendet werden konnten.

Der Winter war ein günstiger für die Arbeiten, die jedoch eine zweimonatliche gänzliche Unterbrechung durch das Hochwasser vom 10. März 1878 erlitten, welches den Schutzdeich an der Weichsel an dem Punkte, wo derselbe durch einen alten verschlammten Weichselarm (Judenlake) geschüttet war, im weichen Untergrunde durchbrach, sodafs die ganze Hafenfläche während zweier Monate unter Wasser stand. Nach dem Verlaufen der Hochfluthen wurde die Durchbruchstelle mittels eines 3,5 m breiten, nach der Rückseite abgestrebten Kastenfangedammes geschlossen und die grofse Baustelle durch 3 Kreiselpumpen, welche täglich bis zu 45 000 cbm Wasser schöpften, bald wieder trocken gelegt. Erst am 17. Mai konnten die Arbeiten in der Schleusenbaugrube wieder in vollem Umfange aufgenommen werden.

Es erfolgte nun die Aushebung der Baugrube bis zur vollen Tiefe, d. h. bis zur Unterfläche der Beton- bezw. Sturzbetten, indem mittels dreier Locomotiven täglich bis 22 Arbeitszüge von je 12 Wagen zu je $2^1/_2$ cbm, also bis 660 cbm herausgefahren wurden. Zugleich mit der fortschreitenden Ausbebung wurde der Wasserspiegel in der Schleusenbaugrube gesenkt, und deren Wände, welche den starken Seitenpressungen der Erde


Absteifung der Schleusen-Baugrube.

ausgesetzt waren, wurden gegen einander abgesteift. Bei der grofsen Entfernung dieser Wände, welche in der Kammer über 15 m, in den Häuptern etwa 18 bezw. 20 m betrug, nahmen die Steifen die Form von Sprengwerken an, welche nach beiden Seiten wieder abgesteift waren. Zwischen der innern und der äufsern, die Erde unmittelbar begrenzenden Wand wurden auch noch untere Absteifungen hinzugefügt. Die Abspreizungen waren in starker Spannung, da der Druck durch die in der Nähe abgelagerten Erdmassen noch vermehrt wurde; an der einen Seite befand sich nämlich der Hafendeich, an der andern

Seite eine aus der Baugrube gewonnene Sandschüttung, auf der das Beamtenhaus später errichtet werden sollte.

Die Wasserbewältigung war trotz der Tiefe der Schleusenbaugrube eine verhältnifsmäfsig leichte, weil der Wasserspiegel in den benachbarten Hafenstrafsen allmählich erheblich gesenkt war, in der Aufsenhafenstrafse bis Ord. 13,5 bis 14,0 m, sodafs auch der Grundwasserspiegel eine ähnliche Senkung erfahren hatte. Eine Auflockerung oder Verschlechterung des Baugrundes konnte deshalb nicht eintreten. Nach Erlangung der erforderlichen Sohlentiefen wurden die 1 m starken Sturzbetten hergestellt, welche wirksame Absteifungen an der Sohle bildeten, darauf die übrigen Erdarbeiten vollendet, das Wasserschöpfen eingestellt, der Wasserspiegel bis zur Höhe des Grundwassers gehoben und mit dem Betoniren am 3. Juli 1878 begonnen. Der Beton wurde mit Hülfe von Betontrommeln und wagerechten Mörtelmaschinen mit halbkreisförmigem Querschnitte bereitet und mittels Winden in halbcylindrischen eisernen Kübeln von 0,5 cbm Inhalt bei einer durchschnittlichen Wassertiefe von 4 m versenkt. Am 6. August, nach Verlauf von 30 Arbeitstagen, waren 1937 cbm Beton bereitet und eingebracht, mithin 65 cbm täglich. Wie die eingesenkten Probekästchen ergaben, war der Beton schon 14 Tage nach Beendigung der Betonirung so weit erhärtet, dafs mit dem Auspumpen der Baugrube des Unterhauptes und der Kammerwände und im Anschlusse daran mit der Reinigung und Abgleichung der Betonbetten, sowie mit der Aufführung des Mauerwerks vorgegangen werden konnte. Die Betonbetten zeigten nur geringfügige Quellen und haben sich auch während der inzwischen verstrichenen 10 Jahre gut bewährt, da die langen, ungeböschten, also sehr empfindlichen, hohen Mauern nirgend Risse, Ausbauchungen oder dergl. erlitten haben. Der Beton war aus 1 Theile Cement, 3 Theilen Sand, 6 Theilen Steinschlag gemischt; nur für die stärker in Anspruch genommenen Betten der Häupter war das Mischungsverhältnifs zu $1:2^1/_2:5$ angenommen.

Bei der grofsen räumlichen Ausdehnung der Schleuse war es möglich, zahlreiche Maurer gleichzeitig zu beschäftigen, denen die Materialien auf Geleisen von den am Weichselufer belegenen Lagerplätzen bezw. von der nahe der Schleuse errichteten Mörtelmühle zugeführt wurden. Bis zum 2. November 1878, d. i. innerhalb 63 Arbeitstage, waren sämtliche Mauerarbeiten, bestehend in 5701 cbm Ziegelmauerwerk, 74 cbm Werksteinen, 103 qm Abdeckungsplatten, 150 lfd. m Treppenstufen, bis auf einige Deckplatten, vollendet.

Das Mauerwerk des Oberhauptes wurde bis Ord. 9,3 m, d. i. 0,1 m über dem Stauspiegel, dasjenige der Kammern und des Unterhauptes bis Ord. 11,0 m, d. i. 0,7 m über Mittelwasser, in Cementmörtel von 1 Theile Cement, 3 Theilen Sand aufgeführt, da diese Mauern schon bald nach ihrer Herstellung und dauernd unter Wasser gesetzt wurden. Die höher liegenden Theile, bis Ord. 7,6 m im Oberhaupte, bis Ord. 9,3 m in der Kammer und im Unterhaupte, wurden in verlängertem Cementmörtel, 1 Theil Cement, 1 Theil Kalk, 5 Theile Sand, und die darüber liegenden, nur ausnahmsweise von den Hochfluthen benetzten Mauern in einem aus 1 Theile Cement, 2 Theilen Kalk, 8 Theilen Sand gemischten Mörtel aufgemauert. Die $^3/_4$ Stein starke Klinkerverblendung wurde überall in demselben Mörtel wie die Hintermauerung ausgeführt, aber noch am Tage ihrer Herstellung mit einem Cementmörtel von 1 Theile Cement, 1 Theile Sand ausgefugt. Das Klinker-Rollpflaster wurde in einem Mörtel von 1 Theile Cement, 3 Theilen Sand, die Werksteine und Platten in einem Mörtel von 1 Theile Cement, 2 Theilen Sand versetzt.

Nach Erhärtung des Mauerwerks und sorgfältiger Nacharbeitung der Anschlagsflächen wurden die in der Zwischenzeit verbundenen Thore eingehängt und pafsrecht zusammengeschnitten und die Schützen und Bewegungsvorrichtungen eingesetzt, sodafs die Schleuse am 28. November 1878, d. i. $6^1/_3$ Monate nach der Inangriffnahme der unteren Erdarbeiten, als betriebsfähig erachtet werden konnte.

Die Arbeiten für die eigentliche Hafenanlange wurden am 26. Juli 1877 begonnen und im Schutze des Hafendeiches, bezw. der an der Brahe und Weichsel angelegten Hülfsdeiche auch im Winter 1877 bis 1878 fortgeführt, sodafs nur durch den Durchbruch vom 10. März 1878 eine zweimonatliche Unterbrechung eintrat. Da man auf eine solche seit Monaten gefafst sein mufste, so war der Deich, für dessen sorgfältige Herstellung durch Ablagerung von gutem Boden an den Aussenflächen, durch Stampfen und möglichst frühzeitige Berasung Sorge getragen war, schon möglichst bald in wehrhaften Zustand gebracht worden. Für die Abträge im Binnenhafen kam bei den geringeren Ablagerungsentfernungen ausschliefslich Handbetrieb mit Bock- und Kippkarren zur Anwendung, während die Bewältigung der grofsen Abtragsmassen im Aufsenhafen fast ausschliefslich mit Locomotiven und Arbeitswagen von 2,5 cbm Inhalt erfolgte. Die Aushebung geschah unter Wasserschöpfen und war bis zum November 1878 bis auf die unteren Theile der beiden Hafenstrafsen und der Schutzdämme, welche später ausgebaggert werden mufsten, vollendet. Als am 29. November 1878 auf Grund der telegraphischen Meldungen vom Oberlaufe der Weichsel ein stärkeres Hochwasser erwartet werden mufste, wurden die nöthigen Vorsichtsmafsregeln getroffen, um dasselbe allmählich an geeigneter Stelle des Schutzdeiches in die grofse Baugrube des Aufsenhafens und der Schleuse, in der alles vollendet und gangbar gemacht war, einströmen zu lassen, ohne dafs ein nochmaliges Auspumpen erforderlich war. Das bald darauf, im Februar 1879 eintretende aufserordentliche Hochwasser, welches sich am Thorner Pegel bis 7,85 m erhob und mit starken Eisversetzungen und Eisschiebungen verbunden war, vermochte an der jungen Anlage nur unbedeutende Schölungen der Aufsenböschung hervorzubringen; auch die Hochfluthen der späteren Jahre haben keine anderen Beschädigungen zurückgelassen. Der Deich ist allerdings auf derjenigen Strecke, wo sich unter dem oberen Klai- (oder Schlick-) Boden moorige Schichten über dem sandigen Untergrunde fanden, ganz erheblich während der Bauzeit und auch nach derselben versackt, sodafs trotz der anfänglichen Ueberhöhung später wiederholt Aufhöhungen ausgeführt werden mufsten.

Auch das neben der Schleuse auf moorigem Untergrunde im Jahre 1879 errichtete zweigeschossige Beamtengebäude hat sich gut gehalten. Die Beseitigung des nicht tragfähigen Bodens oder die Hinabführung der Grundmauern bis auf den festen Boden hätten übermäfsig hohe Kosten verursacht; es wurde aber der aus dem unteren Theile der Baugrube gewonnene Sand dort schon zwei Jahre vor Errichtung des Gebäudes abgelagert und unter den Grundmauern ein breites Betonbett aus einer Mischung von 1 Theile Cement, 1 Theile Kalk, 6 Theilen Sand, 12 Theilen Steinschlag eingebracht.

Die feierliche Einweihung der Anlagen der Brahe-Canalisirung und des Hafens erfolgte am 27. September 1879.

Die Kosten stellten sich beim Abschlusse der Bauausführung wie folgt: A. Haupthafen, einschl. etwa 550 000 ℳ für Grunderwerb, 1 149 774 ℳ, B. Hafenschleuse 483 128 ℳ, C. Allgemeine Kosten 100 457 ℳ; zusammen 1 733 359 ℳ.

Seit der Betriebseröffnung im Frühjahre 1879 ist nicht allein das Actiencapital von etwa $1\frac{1}{2}$ Mill. Mark in der festgesetzten Höhe von 5 Procent verzinst und zum Theil amortisirt, sondern es sind bereits Reservefonds von über 600 000 ℳ, d. i. über 40 Procent des Actiencapitals angesammelt. Die Anlage hat nicht allein die erhofften wirthschaftlichen Vortheile im reichsten Maße gebracht, sondern gewährt auch den Unternehmern eine sichere Verzinsung ihres Capitals.

H. Garbe.

Steinbrücken mit gelenkartigen Einlagen.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 38 bis 40 im Atlas.)

Vorwort.

Der Bau kühner Steinbrücken mit großen Spannweiten und beträchtlicher Inanspruchnahme des Materials kommt — angeregt durch wohlgelungene französische Bauwerke solcher Art — auch in Deutschland allmählich in Aufnahme; dabei machen Gegenden, in welchen gute Steine vorhanden sind, den Wettbewerb nahezu unvergänglicher Steinbauten mit den seitens der Ingenieure bisher meist bevorzugten Eisenbauten besonders leicht möglich. Vornehmlich diesem Umstande ist es zu danken, daß auch in Württemberg der Bau großer Steinbrücken mehr und mehr Eingang findet.

Die Brücke über die Nagold bei Teinach,[1]) im Jahre 1882 erbaut, war das erste größere Werk der bezeichneten Art in Württemberg. Die beim Bau derselben gemachten Erfahrungen haben den Ausgangspunkt für die im Folgenden zu besprechenden Fortschritte in der Kunst des Wölbens großer Steinbrücken gebildet, und es wird deshalb angezeigt sein, die Grundsätze der Ausführungsweise der oben genannten Brücke hier kurz darzulegen. Die Brücke hat, wie die nachstehende Zeichnung entnehmen läßt, eine sichtbare Spannweite von 33 m bei 3,3 m Pfeilhöhe, die thatsächliche Spannweite am Fundament gemessen beträgt jedoch 46 m, die nutzbare Brückenbreite 6,2 m.

Der nicht sichtbare Theil des Brückengewölbes ist im Fundament aus Beton, weiterhin aus Bruchsteinmauerwerk, das in Portlandcementmörtel versetzt wurde, hergestellt worden, wogegen zu dem sichtbaren Theil des Brückengewölbes Buntsandsteinquader und Portlandcementmörtel Verwendung fanden.

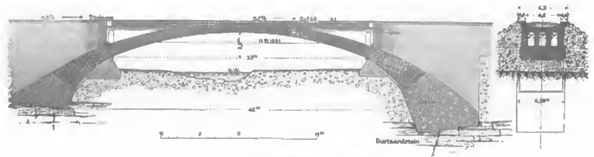


Abb. 1. Nagoldbrücke bei Teinach.

Das genügend stark gebaute, auf Pfählen ruhende Lehrgerüst ist vor Beginn des Wölbens mit den regelmäßig aufgebeugten Gewölbquadern belastet worden, um spätere Setzungen des Lehrgerüstes beim Fortgang des Wölbens zu verhüten.

An den scheinbaren Kämpfern des Gewölbes hat man die Schichten — ähnlich wie bei der Brücke über den Drac bei Claix in Frankreich — zunächst unter Anwendung von Holzlatten und Gummischnüren trocken versetzt, hierauf das Versetzen der folgenden Gewölbquaderschichten in Cementmörtel möglichst rasch und gleichförmig von beiden Seiten der scheinbaren Kämpfer aus betrieben und gleichzeitig mit den letzten acht Schichten im Scheitel auch die oben erwähnten bis dahin leeren Fugen an den scheinbaren Kämpfern mit Cementmörtel gefüllt. Während der folgenden 42 Tage ruhte das Gewölbe auf dem Lehrgerüste, und der bei ersterem verwendete Cementmörtel konnte erhärten. Trotz der sorgfältigsten Ausführung hat die Senkung des Gewölbscheitels bei dem unter Verwendung von Sandtöpfen langsam und gleichmäßig vollzogenen Ausschalen 43 mm betragen, auch zeigten sich die so unerwünschten Haarrisse an der äußeren Leibung beim rechtsseitigen Kämpfer. Gab dieses Vorkommniß auch keinen Grund zu Bedenken bezüglich der Standfähigkeit der Brücke ab, war dasselbe vielmehr vollständig und rechnungsmäßig dadurch erklärlich, daß erst bei und nach dem Ausschalen der Brücke der ganze Druck des sichtbaren Gewölbes auf die im Boden befindlichen, 12 bis 15 m hohen Gewölbtheile zur Wirkung kam, wodurch sowohl die etwas lose sandige Fundamentfläche als auch die Beton- und Mauermassen des sogenannten verlorenen Widerlagers sich zusammendrücken mußten, so legte sich doch der Gedanke nahe, bei künftigen Steinbrückenausführungen eine Anordnung zu ver-

1) Zeitschrift für Baukunde 1883, S. 347 u. f.

suchen, bei welcher dem Gewölbebogen beim Ausschalen ein gewisses Mafs von Beweglichkeit im Scheitel und in den Kämpfern gewahrt und die Bildung von Gewölberissen verhütet wird.

Bekanntlich stehen in einem Gewölbe Zugspannungen und Fugentrennungen nicht zu erwarten, wenn die Drucklinie das mittlere Drittel des Gewölbes, den Kern desselben nicht überschreitet. Dieser Zustand würde unzweifelhaft herbeigeführt werden, wenn in dem Gewölbe und zwar am besten in den Bruchfugen Gelenke angebracht würden; hiermit wäre zugleich jede Unbestimmtheit bezüglich der Lage der Drucklinie im Gewölbe und bezüglich der Inanspruchnahme des Gewölbmaterials beseitigt.

Schon Dupuit[1]) sagt, es sei gewifs nahe liegend, für diejenigen Theile der Gewölbe, bei welchen sich die Pressung der Leibung am meisten nähere, härtere Baustoffe als im übrigen Theil zu verwenden, auch könne man an solchen Stellen den Fugendruck mittels einer nach einer gebrochenen oder bogenförmigen Fläche anzuordnenden Fugenform auf die Mitte der Fuge übertragen. Lege man den Berührungspunkt der Fugenflächen in einen Abstand von einigen Centimetern von der Fugenmitte, so können die betreffenden Wölbsteine beim Ausschalen der Brücke so aufeinander rollen, dafs nach dem Ausschalen die Berührung der Fugen und die Druckübertragung genau in der Mitte der ersteren stattfinde. Es sei durchaus nicht ohne Vorgang, dafs man dem Steine aufserordentlich grofse Lasten zu tragen gebe; man könne indessen die Tragfähigkeit der Steine auch durch Einlegung zweier Gufsplatten, durch Bleieinlagen von 2 bis 3 mm Dicke schützen; fülle man die so behandelten Fugen nach dem Ausschalen der Brücke mit Mörtel, so werden sich dieselben in nichts von den übrigen Fugen des Gewölbes unterscheiden. Auch fehlt es in den meisten Lehrbüchern über Brückenbau nicht an dem Hinweise auf die Möglichkeit, Steinbögen durch Einlegen eiserner cylindrischer Gelenke oder Aehnliches statisch bestimmt zu machen. Ausgeführt wurden jedoch derartige Anlagen noch nie.

Bei den im folgenden zu behandelnden vier Steinbrücken sind nun zwar keine förmlichen Gelenke in das Gewölbe eingelegt worden, wohl aber hat man in die Scheitel- und die sichtbaren Kämpferfugen Bleiplatten eingefügt, welche höchstens das mittlere Drittel der Fugenbreite einnehmen. Geht man mit der den Bleieinlagen zu gebenden Breite bis auf dasjenige Mafs herab, welches mit Rücksicht auf die Druckfestigkeit des Bleies und der verwendeten Wölbsteine noch zulässig erscheint, so vermindert sich die Breite der Bleistreifen derart, dafs dieselben gelenkartige Bewegungen der zwischen ihnen befindlichen Bogentheile ohne Anstand ermöglichen; zugleich wird hierbei die Unbestimmtheit über die Lage der Drucklinie im Gewölbe auf eine sehr schmale Zone eingeschränkt.

Als Material für die gelenkartigen Einlagen in die Scheitel- und Kämpferfugen ist Blei gewählt worden, weil dasselbe die Eigenschaft hat, unter hohem Druck seitlich auszuweichen, ohne seinen Zusammenhang zu verlieren, wobei die Erbreiterung der Druckfläche beim seitlichen Ausweichen sofort eine Verminderung der Flächenpressung herbeiführt.

1) Traité de l'équilibre des voutes et de la construction des ponts en maçonnerie, 1870, S. 193 u. f.

Im Frühjahr 1885 stellte die Materialprüfungsanstalt der technischen Hochschule in Stuttgart Versuche über die zulässige Druckbelastung des Bleies an.[1]) Dieselben ergaben, dafs gewöhnliches Gufsblei in Form von Würfeln von 8 cm Seitenlänge und 11,3 specifischem Gewicht einen Druck von 50 at (kg auf 1 qcm) während der Dauer von 26 Stunden ertrugen, ohne eine Neigung zum seitlichen Ausweichen wahrnehmen zu lassen; dagegen begann das Blei bei einem Druck von 72 at langsam auszuweichen. Die nachstehende Zeichnung läfst den weiteren Gang der Versuche erkennen, als die Belastung des Probewürfels von 10 zu 10 Minuten in der unten angegebenen Weise verstärkt wurde; die Zusammendrückung und das seitliche Ausweichen des Bleies nahmen hierbei so rasch zu, dafs der Druck auf den nach dem Ausweichen des Bleies in dem Probekörper thatsächlich vorhandenen Flächenquerschnitt nur unerheblich anwuchs, obgleich der Gesamtdruck auf das Blei von 300 auf 900 at des ursprünglichen Würfelquerschnitts zugenommen hatte.

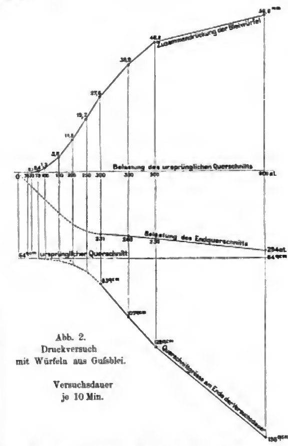


Abb. 2.
Druckversuch
mit Würfeln aus Gufsblei.

Versuchsdauer
je 10 Min.

Für den vorliegenden Zweck ist diese Eigenschaft des Bleies von ganz besonderem Werth, denn nähert sich die Drucklinie eines Gewölbes infolge der bei der Ausführung eintretenden Vorkommnisse dem Rande der Bleiplatte, wird hierdurch der Flächendruck in einer den Druckwiderstand des Bleies übersteigenden Weise gesteigert, so beginnt das Blei an der am höchsten in Anspruch genommenen Seite auszuweichen, der Flächendruck vermindert sich sofort wieder bis auf dasjenige

1) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1885, S. 629.

Mafs, bei welchem das Blei noch Stand hält. Scheiben von Gufsblei von 16 cm Durchmesser und 1,5 cm Dicke verhielten sich wesentlich anders als die besprochenen Bleiwürfel von 8 cm Seitenlänge. Die ersteren ertrugen eine Belastung von 100 at dauernd, ohne auszuweichen, bei 150 at dagegen fingen auch sie an, langsam auszuweichen. Scheiben von Weichwalzblei zeigten dieselbe Festigkeit wie diejenigen von Gufsblei. Würfel von Hartblei von 8 cm Seitenlänge endlich ertrugen noch weit höhere Belastungen; bei 250 at waren sie noch völlig standsicher, und erst bei 300 at begannen sie, wenn auch nur langsam, auszuweichen.

Es ist nun zwar unbedingt zuzugeben, dafs die vorstehend geschilderten Versuche, für welche die in der Stuttgarter Materialprüfungsanstalt vorhandenen Einrichtungen nicht ausreichend erscheinen, noch manches zu wünschen übrig lassen, es ist insbesondere nicht zu verkennen, dafs es sehr angezeigt ist, mit Scheiben von Gufs-, Weichwalz- und Hartblei ausgedehntere, auf längere Zeiträume sich erstreckende Versuche über die Widerstandsfähigkeit, die Zusammendrückung und Querschnittsveränderung bei zunehmender Belastung anzustellen, allein so viel ist aus den vorliegenden Versuchen mit genügender Sicherheit zu entnehmen und es haben dies auch die bei der Ausführung der im folgenden zu behandelnden Brücken gemachten Beobachtungen ergeben, dafs plattenförmiges Weichwalzblei mit 1,5 bis 2 cm Dicke noch einen Druck von 120 at dauernd auszuhalten vermag, ohne auszuweichen.

Bezüglich der Dauerhaftigkeit des Bleies und der Zulässigkeit der Verwendung desselben an richtiger Stelle eines nahezu unvergänglichen Steinbaues werden Bedenken nicht erhoben werden können; ist ja doch die Verwendung des Bleies zu ähnlichen Zwecken von Alters her in Uebung gewesen. Schon die Römer haben sich beim Versetzen besonders schwerer Steine dünner Bleistreifen bedient; in unseren mittelalterlichen Domen sind die Fugen grofser Bögen nicht selten mit Blei vergossen worden; beim Bau der 60,9 m weiten Brücke über den Dee bei Chester wurden 20 bis 25 cm breite Bleistreifen auf zwei Drittel der Bogenlänge, vom Kämpfer ab beginnend, bis zu der Stelle in die innere Leibung gelegt, wo sich die Drucklinie der äufseren Leibung zuwenden sollte; an der 45 m weiten, besonders kühnen Dorabrücke bei Turin hat man an der innern Leibung des Gewölbes den gewünschten Fugenabstand durch Einlegen schmaler Bleistreifen gesichert; an der Brücke bei Bern sind Bleitafeln in die Bruchfugen auf deren ganze Ausdehnung eingelegt worden. Auch die Untersuchungen von Dr. Knorre[1]) haben ergeben, dafs der Widerstand des Bleies gegen Luft, Wasser und ätzkalkfreien Mörtel ein völlig genügender ist.

Wie schon oben erwähnt, ist die Breite der Bleieinlagen so klein als möglich zu bemessen, damit dieselben gelenkartige Bewegungen ermöglichen; es mufs zu dem Ende mit der Höchstinanspruchnahme des Bleies bis auf dasjenige Mafs aufgestiegen werden, bei welchem dasselbe seitlich auszuweichen beginnt, d. h. bei Weichwalzblei bis auf etwa 120 at. Es entsteht nun zunächst die Frage, ob es zulässig ist, das Steinmaterial des Gewölbes in solcher Weise zu beanspruchen. Diese Frage ist unbedingt zu bejahen, denn abgesehen davon, dafs auch bei grofsen Brücken mit eisernem Oberbau die Auflagerquader in einer das gewöhnlich zulässige Mafs übersteigenden Weise in

1) Centralbl. der Bauverw. 1887, S. 225.

Anspruch genommen werden — (nach „Lohse: Die Eisenbahnbrücken über die Elbe bei Hamburg und Harburg"[1]) sind die Auflagersteine der Coblenzer Rheinbrücke mit 63 at, diejenigen der Kölner Rheinbrücke mit 54 at beansprucht) —, wäre es unschwer und ohne verhältnifsmäfsig erheblichen Aufwand möglich, die Bleiplatten zwischen Steine von besonders hoher Druckfestigkeit, wie Basalt, Granit u. dergl., einzulegen; sind ja doch beispielsweise in Württemberg Basalte mit bis zu 2768 at, Granite mit bis 1799 at, Kieselsandsteine des Buntsandsteins mit bis 1680 at, körnige Muschelkalksteine mit bis 1781 at, Keupersandsteine mit bis zu 1624 at Druckfestigkeit erhältlich. Aufserdem haben die von Durand-Claye 1885/86 vorgenommenen Untersuchungen[2]) über den Druckwiderstand nur theilweise belasteter Steine die Richtigkeit der Anschauung vollständig und zahlenmäfsig bestätigt, wonach die im Innern einer Fugenfläche auf einen kleinen Theil derselben zur Wirkung gelangende Pressung auf die Flächeneinheit erheblich höher sein kann, ohne zum Bruch zu führen, als bei gleichmäfsiger Pressung der ganzen Fugenfläche oder eines der Fugenkante nahe tretenden Theils derselben. Beispielsweise haben Cementwürfel von 18 cm Seitenlänge und 576 at Druckfestigkeit nach den erwähnten Untersuchungen unter gufseisernen Stempeln von quadratischer Seitenlänge nachstehende Flächenpressungen in der Stempelauflagerfläche ertragen bis der Bruch eintrat:

Seitenlänge des Stempels	8	7	6	5	4	3	2	1 cm,
Pressung beim Bruch	673	775	922	1047	1357	1560	2633	4468 at.

Man wird, wie schon oben ausgeführt, die Breite der Bleieinlagen keinenfalls gröfser als zu ein Drittel der Fugenbreite wählen, die Beanspruchung des Steins mit 120 at zunächst der am meisten geprefsten Kante der Bleiplatte ist alsdann $\frac{120}{1560} = \frac{1}{13}$ der Bruchfestigkeit, falls die Umgebung der Bleitafeln aus Steinen von 576 at Druckfestigkeit bestehen würden; thatsächlich haben die Bleifugenquader, welche bei den vier im folgenden zu besprechenden Brücken verwendet sind, nicht unter 760 at Druckfestigkeit besessen, die hierbei erreichte Sicherheit gegen das Zerdrücken der Steine neben den Bleiplatten ist dementsprechend noch erheblich höher und jedenfalls vollkommen zureichend. Anders läge die Sache dann, wenn die Bleifugenquader nicht nur auf rückwirkende Festigkeit, sondern auch auf Biegung beansprucht werden würden, allein dies kann sicher durch sorgfältiges Füllen der den Bleifugen zunächstliegenden Mörtelfugen verhütet werden.

Die im Gewölbe auftretende Drucklinie würde dann die günstigste Lage annehmen, wenn beim Senken des Lehrgerüsts der Schlufs in der Bleifuge derart erfolgte, dafs die Bleiplatten gleichmäfsig gedrückt sind, die Drucklinie also durch ihre Mitte geht. Es ist praktisch nicht wohl möglich, einen derartigen Vorgang mit Sicherheit herbeizuführen, dagegen unterliegt es keinem Anstand, das Versetzen der Gewölbsteine so zu bewerkstelligen, dafs beim Gewölbeschlufs, der am besten neben den Bleieinlagen selbst erfolgt, die letzteren gleichmäfsig an den Bleifugenquadern anliegen; die Drucklinie kann alsdann von der Mitte der Bleiplatte ab insoweit und zwar an den Kämpfern nach unten und im Scheitel nach oben ausweichen, bis infolge der hierbei eintretenden ungleichförmigen Druckvertheilung in

1) Zeitschrift für Bauwesen 1885, S. 198.
2) Annales des ponts et chaussées 1887, S. 230.

der Bleiplatte der Höchstbetrag der Pressung in den Kämpfern an der unteren, im Scheitel an der oberen Kante die der Standfähigkeit des Bleies entsprechende Pressung (für Weichbleiplatten etwa 120 at) erreicht. Wählt man die Breite der Weichbleiplatte so, dafs bei der Annahme gleichförmiger Druckvertheilung in derselben die Inanspruchnahme $\frac{120}{2} = 60$ at beträgt, so kann die Zone, innerhalb welcher die möglichen Drucklinien bei den Bleiplatten sich befinden, nur eine Breite von ein Sechstel der betreffenden Bleiplattenbreite oder ein Achtzehntel der Fugenbreite erreichen, und zwar liegt diese Zone in den Kämpferfugen von der Mitte aus nach unten, in der Scheitelfuge nach oben. Mit der engen Eingrenzung der Lage der Drucklinie im Gewölbe werden auch die bei der bisherigen Ausführungsweise der Gewölbe so beträchtlichen Schwankungen bezüglich der Inanspruchnahme des Gewölbmaterials auf ein geringes Mafs vermindert. Man vermag demgemäfs bei der Verwendung von Bleieinlagen nicht nur die Standfähigkeit der Brückengewölbe mit gröfserer Sicherheit zu verfolgen, sondern man ist auch — und dies ist der vornehmlichste Werth der neuen Bauweise — im Stande, die Inanspruchnahmen der Gewölbematerialien mit weit gröfserer Genauigkeit und Zuverlässigkeit zu berechnen. Infolge dessen ist es möglich, unter Annahme eines gewissen Sicherheitsgrades die Gewölbebrücken mit kleinerem Materialverbrauch und erheblich gröfseren Spannweiten, als bislang, zur Ausführung zu bringen.

Die neuesten Ausführungen weitgesprengter Steinbrücken, vornehmlich in Frankreich,[1]) bei welchen die beliebte Herstellung des Gewölbes in einzelnen Ringen, der Beginn des Wölbens von künstlichen auf der Schalung der Lehrbögen aufgebrachten Widerlagern, der gleichzeitige Schlufs der so gebildeten Lücken, die Verwendung besonders trocken behandelten Cementmörtels und lange Ruhepausen vom Gewölbschlufs bis zum Ablassen des Lehrgerüstes die Grundzüge des Verfahrens bildeten, haben zwar insofern zu günstigen Ergebnissen geführt, als sich nur unbedeutende Senkungen der Gewölbescheitel beim Ausschalen ergaben. Die Brücke von Castelet mit 41,20 m Spannweite und 13 m Pfeilhöhe senkte sich nur 53 mm, die Brücke von Lavour mit 61,50 m Spannweite und 26,60 m Pfeilhöhe nur 17 bis 21 mm, die 47,40 m weite, 11 m Pfeilhöhe besitzende Brücke von Antoinette gar nur 13 mm; auch zeigte nur die erstgenannte Brücke beim Ausschalen leichte Risse im äufseren Gewölbrücken, während die beiden anderen Brücken vollständig unbeschädigt geblieben sein sollen. Allein die derart hergestellten Bauten ermangeln der für weitgehende Materialbeanspruchung so nothwendigen Sicherheit über die Lage der Drucklinie und den Höchstbetrag der Beanspruchung des Gewölbmaterials. Die Thatsache, dafs derartige Brücken standfähig sind, ist nur ein Beweis dafür, dafs die Drucklinie im Gewölbe einen solchen Verlauf nimmt, dafs die Inanspruchnahme des Wölbmaterials in den Fugen weder die Druck- noch die Zugfestigkeit des letzteren übersteigt; wie grofs die Beanspruchung im einzelnen ist, das bleibt innerhalb meist weit auseinander liegender Grenzen unbekannt. Den besten Beleg hierfür giebt die bekannte Versuchsbrücke von Souppes,[2]) die erst brach, als die Schwächung der Scheitelstärke soweit getrieben war, dafs die dort auftretende Pressung die Bruchfestigkeit des verwendeten Gesteins mit 405 at erreichte. Auch die neuerdings so beliebte Annahme, wonach das Steingewölbe bei Verwendung entsprechenden Mörtels als ein elastischer, gegen Zug und Druck widerstandsfähiger Bogen von gleichartiger Beschaffenheit zu betrachten und zu behandeln sein solle, bringt keine Klarheit in die rechnungsmäfsige Untersuchung der Gewölbe. Ueberdies sollte es weder erwünscht, noch beabsichtigt sein, Steine und Mörtel eines Brückengewölbes auch auf Zug zu beanspruchen, da die Zugfestigkeit der genannten Baustoffe nur ein Zehntel und weniger von der Druckfestigkeit derselben beträgt; hier ist vielmehr die Druckbeanspruchung mindestens ebensosehr am Platze wie bei Gufseisen.

Endlich wäre noch die Frage zu erörtern, ob es zweckmäfsiger ist, die Bleifugen offen zu lassen oder nach Vollendung der Brücke ihre von Blei frei gebliebenen Theile mit Mörtel zu füllen. Unzweifelhaft richtiger wäre das erste Verfahren, weil hierbei für jede Belastungsweise der Brücke die im vorstehenden bezeichnete Gewähr für die räumlich eng begrenzte Lage der Drucklinie gegeben sein würde; allein wenn berücksichtigt wird, von welch unbedeutendem Einflufs bei grofsen Brücken die zufällige Last auf die Verschiebung der Drucklinie für das Eigengewicht derselben ist, so kann mit zureichender Sicherheit angenommen werden, dafs infolge des Füllens der von Blei frei gebliebenen Theile der Bleifugen mit Mörtel eine Veränderung der Druckvertheilung in letzteren nicht herbeigeführt werde und dafs daher die Mörtelfüllung unbedenklich ist. Man erreicht hierdurch zugleich eine weitere Gewähr für die Unveränderlichkeit der Bleieinlagen nach Vollendung der Brücken.

Es sollen nun die vier Steinbrücken vorgeführt werden, welche erstmals nach den im obigen besprochenen Grundsätzen mit gelenkartigen Bleieinlagen zur Ausführung gelangt sind.

1. Brücke über die Enz bei Höfen, erbaut 1885.

(Vergl. Blatt 38 und Abb. 3.)

Die sichtbare Spannweite der Brücke beträgt 28 m, die Pfeilhöhe 2,8 m, die thatsächliche Spannweite in Fundamenthöhe 41 m. Die Brücke hat nur einem verhältnifsmäfsig kleinen Verkehr zu dienen, ihre Breite wurde daher in der Fahrbahn auf 2,5 m ermäfsigt, sodafs sich zwei Fuhrwerke auf der Brücke nicht auszuweichen vermögen; die beiderseitigen erhöhten Gehwege haben nur je 0,7 m Breite.

Der Baugrund ist fester, wohlgeschichteter unterer Buntsandstein, welcher 2 m unter Niederwasser ansteht und mit Sand, Kies und grobem Geröll überlagert ist.

Die Baugruben sind in ihrem oberen Theil bis auf Grundwasserhöhe mit einfacher Böschung, weiter hinab dagegen mit schachtartigem Einbau abgeteuft; der Wasserandrang betrug nur 4 bis 5 l in einer Secunde und konnte daher mit gewöhnlichen Baupumpen ohne Schwierigkeit bewältigt werden.

Der nicht sichtbare Theil des Gewölbes ist unmittelbar über der Fundamentfläche aus Stampf-Beton, im Verhältnifs 1 Portlandcement zu 3 Sand und 6 Sandsteingeschläge mit 30 pCt. Sandsteineinlage, schichtenförmig nach dem Halbmesser des Bogens gerichtet, hergestellt worden. Der hierzu sowie zum Mörtel verwendete Portlandcement wurde von der Cementfabrik Blaubeuren nach den bekannten Normen geliefert; die Uebernahme des Cements erfolgte derart, dafs von jeder Eisenbahn-

1) Annales des ponts et chaussées 1886, S. 409 u. f.
2) Annales des ponts et chaussées 1868.

wagenladung Proben entnemmen, mit Normalsand im Verhältnifs 1 zu 3 gemischt und auf ihre Zugfestigkeit untersucht wurden, nachdem sie einen Tag unter Wasser und sechs Tage an der Luft erhärtet waren; rasch bindender Portlandcement, der nur bei den Fundamentbögen Anwendung fand, mufste hierbei mindestens 8 at, langsam bindender Portlandcement dagegen nicht unter 12 at Zugfestigkeit besitzen.

Auf dem Beton setzt rauhes, mit gewölbartigen Fugen versehenes Bruchsteinmauerwerk auf. Dasselbe ruht auf einer Steinbeugung, welche behufs der Herstellung der inneren Gewölbeleibungsform mit einem Mörtelüberzug versehen wurde. Das Bruchsteinmauerwerk besteht aus wenig bearbeiteten Buntsandsteinen, die in möglichst trocken gehaltenen Portlandcementmörtel, im Verhältnifs 1 Portlandcement zu 3 Sand gemischt, eingestofsen wurden. Der Mörtelverbrauch betrug hierbei 20 pCt. des Mauerkörpers.

Das Lehrgerüst wurde theils auf eingerammte Pfähle, theils auf rauh gemauerte Steinpfeiler gestellt. Die Lehrbögen wurden nach Aufzeichnung auf einem Reifsboden gezimmert, wobei zugleich die Fugentheilung und Richtung in die Bogenhölzer und Schwellen der beiden äufseren Lehrbögen eingeschnitten worden sind. Zur Unterstützung der Lehrbögen dienten die auch beim Bau der Teinacher Brücke verwendeten gufseisernen Sandtöpfe mit 25 cm quadratischer Grundfläche bei 12 cm Sandfüllung; der sorgfältig gewaschene und dann getrocknete Sand ist durch Blechschilde gegen das Eindringen des Regens geschützt worden. Man überhöhte die Sandfüllung um 5 mm, um dem Zusammendrücken derselben beim Aufbringen der Lehrbögen Rechnung zu tragen. Die letztern sind vor dem Beginn der Wölbung mit sämtlichen Gewölbquadern belastet worden, das Aufbringen derselben erfolgte allmählich, thunlichst gleichförmig und zugleich in solcher Ordnung, dafs die Steine in der Reihenfolge von den Quaderbeugen abgenommen werden konnten, welche der regelmäfsige Fortgang der Wölbung nothwendig machte. Das Belasten der Lehrbögen erforderte zehn Arbeitstage, die Bewegungen des Lehrgerüsts waren hierbei gering, indem nur an zwei Schappelhölzern eine Abwärtsbewegung von je 3 mm, an einem Joche eine solche von 1 mm wahrnehmbar war.

Zur Herstellung der Quadergewölbe und des übrigen Quader- und Mauerwerks fanden vorzügliche Waldfindlinge, dem Buntsandstein angehörig, wie sie sich 2 km entfernt von der Baustelle vorfanden, Verwendung; dieselben besitzen nach den in der Stuttgarter Materialprüfungsanstalt vorgenommenen Druckproben eine Druckfestigkeit von 888 bis 1003 at, im Mittel von 935 at.

In die Mitte der beiden sichtbaren Kämpferfugen sind Platten von Weichwalzblei von 50 cm Breite und 20 mm Stärke eingelegt worden. Die Länge der einzelnen Platten beträgt je 1,05 m, sie sind in Längsabständen von 10 cm verlegt. Die Platten ruhen mit ihrer Unterkante auf je drei Stiften, die in entsprechende, mit Blei gefüllte Löcher so eingetrieben wurden, dafs ihre Köpfe nur etwa 10 mm über die Fugenfläche hervorragten. Man trieb die Bleiplatten mit Holzschlegeln leicht an den unteren Gewölbquader an, legte den nächsten sorgfältig gegen die Bleiplatte und sicherte nachher den leeren Theil der Fuge mittels Einstopfens von Werg und Aufbringens eines leichten Cementstrichs gegen das Eindringen von Sand, Schmutz u. dergl. Im Gewölbescheitel wurde in gleicher Weise eine Bleiplatte von 35 cm Breite und 20 mm Dicke in drei Stücken eingebracht.

Das Wölben erfolgte unter Zuhülfenahme zweier Maschinenwagen von den beiden Kämpfern aus unter Einhaltung einer normalen Fugenweite von 15 mm. Man sicherte die letztere mittels Einlegens von Lättchen von Weichholz von 50/15 mm Querschnitt; waren die Quader einer Schicht versetzt, so wurden die Fugen rein gewaschen, die inneren Leibungs- und die beiden Stirnfugen auf 3 cm Tiefe mit Werg zugestopft und nachher mit dickflüssigem Portlandcementmörtel im Verhältnifs 1 Cement zu $1^1/_2$ Sand vergossen. Der Mörtel ist hierbei mittels entsprechender Flacheisen fest in die Fugen eingestofsen und die Bildung von Hohlräumen sicher vermieden worden; die letzte Quaderschicht mufste vor dem Füllen der benachbarten Fuge gegen den Lehrbogen kräftig abgespriefst werden, damit kein seitliches Ausweichen der Quader ermöglicht war. In der Nähe des Scheitels füllte man die letzten fünf Schichten gleichzeitig mit Mörtel.

Acht Maurer und ebensoviel Handlanger versetzten das Gewölbe, in zwei Arbeitsgruppen getheilt, innerhalb der kurzen Zeit von $7^1/_4$ Arbeitstagen.

Behufs der Verhütung vorzeitiger Entleerung der die Lehrbögen tragenden Sandtöpfe wurden die letzteren oberhalb der Entleerungsschieber mit einer elektrischen Leitung derart verbunden, dafs bei jeder Bewegung des Entleerungsschiebers elektrische Läutewerke auf der Bauhütte und in der Wohnung des benachbarten Bahnwärters in Thätigkeit treten mufsten, wodurch sofortige Nachschau nach Unberufenen möglich gewesen wäre. Die ganze Einrichtung hat nur einen Aufwand von 90 ℳ verursacht und die Bewachung der Baustelle während des Wölbens entbehrlich gemacht.

Während des Versetzens der den Kämpfern zunächst gelegenen fünf Quaderschichten liefsen die Bleifugen eine Veränderung derart wahrnehmen, dafs sich die Fugenweite daselbst an der inneren Leibung wenig verengte und an der äufseren Leibung erweiterte.

Nach erfolgtem Gewölbeschlufs hat man die beiden klaffenden Bleifugen der Kämpfer auf die Breite der Platten mit Blei vergossen und hierauf dem Mörtel des Gewölbes während zwei Wochen die erforderliche Zeit zum Erhärten gewährt.

Das erste Absenken des Gewölbes konnte schon 15 Tage nach dem Gewölbeschlufs erfolgen. Hierbei entnahmen 21 Mann gleichförmig mittels entsprechend grofser Blechgefäfse je eine der Senkung des Stempels des Sandtopfs um 3 mm entsprechende Sandmenge. Nach sechs Sandentnahmen betrug die Scheitelsenkung flufsauf 19,5 mm, flufsab 15,5 mm; 28 Tage nach Gewölbeschlufs erfolgte eine weitere Absenkung und zwar drei Sandentnahmen mit einer Gesamt-Scheitelsenkung flufsauf von 30 mm, flufsab von 26 mm, 35 Tage nach Gewölbeschlufs endlich erfolgte die vollständige Freilegung des Bogens mit vier Sandentnahmen und einer Gesamtsenkung flufsauf von 42,5 mm, flufsab von 38 mm. Innerhalb der nächsten vier Wochen konnte das Aufmauern der Entlastungsbögen, des Stirngemäuers und die gänzliche Fertigstellung der Brückenaufmauerung vollzogen werden, die Senkung des Scheitels erhöhte sich neun Wochen nach Gewölbeschlufs flufsauf auf 59 mm, flufsab auf 52,5 mm, spätere Beobachtungen liefsen keine weitere dauernde Scheitelsenkung wahrnehmen.

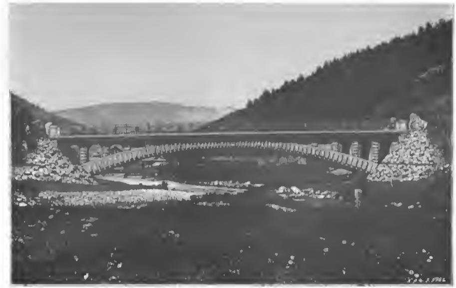


Abb. 3. **Enzbrücke unterhalb Höfen.**

Von besonderem Interesse dürften die Beobachtungen sein, welche bezüglich des Verhaltens der Bleifugen, während des Absenkens des Gewölbes gemacht worden sind; es betrug

die Fugenweite an der Bleifuge im Scheitel

	flufsauf		flufsab	
	äufsere Leibung mm	innere Leibung mm	äufsere Leibung mm	innere Leibung mm
nach dem Gewölbeschlufs	21	23	17	24
„ „ 1. Absenken des Lehrbogens	20	21	16	24
„ „ 2. „ „ „	20	21,5	15,5	24
„ „ 3. „ „ „	19	22,3	14,5	24,8
„ Fertigstellung des Aufbaues der Brücke	18,6	22,3	14.3	24,7

und

die Fugenweite der Bleifuge am Kämpfer

	am linken Ufer				am rechten Ufer			
	flufsauf		flufsab		flufsauf		flufsab	
	äufsere Leibung mm	innere Leibung mm	äufsere Leibung mm	innere Leibung mm	äufsere Leibung mm	innere Leibung mm	äufsere Leibung mm	innere Leibung mm
nach dem Gewölbeschlufs	29	12	26	18,5	33	14	32	18
„ „ 1. Absenken des Gewölbes	30	11,5	26	17	33	12.5	32	17
„ „ 2. „ „ „	30	11	26,5	16	33	12	32	16,5
„ „ 3. „ „ „	30,5	10,5	26,5	15,5	33,6	11.5	32,4	15,9
„ Fertigstellung des Aufbaues der Brücke	30,3	10,5	26,3	15,4	33,4	11,1	32,2	15,7

Die Bleiplatte im Scheitel ist während des Absenkens des Gewölbes und bis zur gänzlichen Fertigstellung der Aufmauerung auf dem Gewölbe stets vollständig mit den beiderseitigen Quadern in Berührung geblieben, sie mufs daher auf ihre volle Breite den Scheiteldruck aufnehmen. Da sich die Zusammenpressung der Scheitelfuge auf Grund vorstehender Zusammenstellung derart vollzog, dafs sich die Fuge in der inneren Leibung um 0,7 mm, in der äufseren Leibung dagegen um 2,4 bis 2,7 mm verengte, so kann die Pressung in der Bleiplatte keine gleichförmige sein. Ein Ausweichen der Bleiplatte wurde nicht wahrgenommen. Nach den im Vorwort gegebenen Erläuterungen kann die Drucklinie sich sonach nur in einer Zone befinden, welche von der Plattenmitte nach oben um ein Sechstel der Bleiplattenbreite, d. h. 5,8 cm ab liegt; der gröfste hierbei auftretende Flächendruck an der oberen Kante der Bleiplatte beträgt nicht mehr als 120 at und die gröfste Inanspruchnahme des Steinmaterials in den dem Scheitel zunächst liegenden Mörtelfugen ungünstigstenfalls nicht mehr als 28,2 at. Die Bleiplatten in den Kämpfern haben sich dagegen in anderer Weise verhalten; hier haben sich die Fugen am $\frac{\text{linken}}{\text{rechten}}$ Kämpfer in der äufseren Leibung um $\frac{1{,}3 \text{ bezw. } 0{,}3 \text{ mm}}{0{,}4 \text{ bezw. } 0{,}2 \text{ mm}}$ erweitert, während in der inneren Leibung eine Fugenverengung von

$\frac{1,5 \text{ bezw. } 3,1 \text{ mm}}{2,9 \text{ bezw. } 2,3 \text{ mm}}$ eingetreten ist. Diesen gröfseren Drehbewegungen der Fugen entsprechend sind die Bleiplatten in ihren oberen Theilen frei geworden, sodafs sie sich bei Vollbelastung des Gewölbes nur noch auf 35 cm Breite in beiderseitiger Berührung mit den Quadern befanden; die Druckvertheilung wird sich auf die genannte Breite in Form eines Dreiecks vollziehen und der Angriffspunkt der Drucklinie des Gewölbes bei Vollbelastung kann daher äufsersten- und ungünstigstenfalls nur um 13,3 cm von der Mitte der Bleiplatten nach unten abliegen, die gröfste Pressung in den unteren Kanten der Bleitafeln erreicht hierbei 130 at und es ist hierdurch vollständig erklärlich, dafs kein Ausweichen des Bleies daselbst eingetreten ist. Die gröfste Inanspruchnahme des Steinmaterials in den der Bleiplatte zunächst liegenden Mörtelfugen kann höchstens 23 at erreichen.

Der ungünstigsten Lage der Drucklinie für Vollbelastung entspricht eine gröfste Inanspruchnahme des Gewölbematerials in der zwischen Scheitel und Kämpfer liegenden Bruchfuge von 21,6 at, eine Höchstbeanspruchung des Betons in der Fundamentfläche von 6,9 at.

Die Untersuchung der Inanspruchnahme der Brücke bei einseitiger Belastung oder beim Uebergang einer beweglichen Last bietet keinerlei Schwierigkeiten, sie kann übrigens hier wohl übergangen werden, da dieselbe die im vorstehenden gefundenen Ergebnisse nur wenig verändert.

Die gröfste Inanspruchnahme des Steinmaterials mit 120 bezw. 130 at an den meist beanspruchten Kanten der Bleitafeln selbst ist, wie schon im Vorwort ausgeführt, unbedenklich, thatsächlich hat sich auch weder an den Berührungsflächen zwischen den Bleieinlagen oder den Quadern, noch an irgend einem anderen Theile des Gewölbes die geringste Beschädigung oder die Spur eines Risses wahrnehmen lassen.

Die Senkung des Gewölbescheitels hat zwar ein gröfseres Mafs erreicht, als bei ähnlichen, in Frankreich neuerdings zur Ausführung gelangten Steinbrücken; allein hierin liegt nichts Befremdliches, weil infolge der Bleieinlagen eben die Möglichkeit gegeben war, dafs sich die Senkungen des Scheitels unter Vermeidung des Auftretens innerer Spannungen im Gewölbe vollziehen konnten. Versucht man unter Benutzung der von **Bauschinger** gefundenen Zahlen über die Zusammendrückbarkeit eines in Bayern vorkommenden Buntsandsteins mit 347 at Druckfestigkeit[1]) die infolge der Zusammendrückbarkeit des Gewölbematerials eintretende Senkung zu berechnen, so ergiebt sich zunächst die Vergröfserung der Spannweite der Brücke bei 1,3 mm Zusammendrückung der unsichtbaren Widerlager zu 1,2 mm, die Senkung des Kämpfers zu 0,5 mm, die Zusammendrückung einer sichtbaren Bogenhälfte zu 8,5 mm und dementsprechend die theoretische Senkung des Scheitels zu $0,5 + 8,0 = 8,5$ mm. Die Senkung des Scheitels hat thatsächlich mehr betragen, weil sich eben Gemäuer und Sandstein in anderer Weise und mehr zusammendrückt, als der Sandstein selbst.

Der **weitere Aufbau der Brücke** bietet wenig Besonderes; die Entlastungsbögen sind aus rauh bearbeiteten Bruchsteinen unter Zugabe von Portlandcementmörtel, der im Mischungsverhältnifs von 1 zu 3 hergestellt wurde, ausgeführt worden; kräftige, an ihrer Rückseite verankerte Krag- und Kehlsteine tragen leichte Steinplatten für die erhöhten Gehwege; zum Schutz der letzteren gegen anstofsende Fuhrwerke ist ein Winkeleisen, das zugleich mit den eben genannten Ankern vernietet wurde, eingelegt worden.

Die **Abdeckung** des Rückens des Hauptgewölbes erfolgte mittels einer 3 cm starken Decke von Portlandcement im Verhältnifs von 1 Cement zu 2 Sand; auf den Entlastungsbögen und über den dohlenartigen Theilen der Entlastungsräume der Brückenmitte ist ein 7 mm starker Asphaltfilz aufgebracht worden; ein auf letzteren aufgelegtes Belageisen und Kies in Bohnengröfse entwässern die Oberfläche des Steinbaues, dem 2 pCt. betragenden Brückengefälle entsprechend, gegen eine hinter dem rechtsseitigen Widerlager eingelegte Sickerung.

Die 2,5 m breite **Fahrbahn der Brücke** hat eine Porphirbeschotterung erhalten.

Das **Geländer der Brücke** besteht in der Hauptsache aus Schmiedeeisen, ein Meter der Länge desselben wiegt 43 kg.

Ueber die **Bewegung des Brückenscheitels** beim Befahren der Brücke sind mittels der bekannten Senkungsmesser von **Amsler** Versuche gemacht worden. Auf einem in den Flufs eingebauten Gerüste stellte man unter dem Scheitel flufsauf und flufsab je einen Apparat auf; die Uebertragung der Senkung des Gewölbescheitels auf den Apparat erfolgte mittels eines im Scheitel befestigten Eisendrahtes, der durch ein 20 kg schweres Gewicht in senkrechter Lage gehalten war; auf dem Eisendraht war ein in Millimeter getheilter Mafsstab vorhanden, der sich in einer mit einem Nonius versehenen Hülse frei auf und ab bewegt. Es wurde nachstehendes erhoben:

Art der Belastung	Belastungs-gröfse Ctr.	Scheitelsenkung bei rascher Fahrt flufsauf mm	Scheitelsenkung bei rascher Fahrt flufsab mm	Scheitelsenkung bei ruhender Last flufsauf mm	Scheitelsenkung bei ruhender Last flufsab mm
Leere Strafsenwalze	54	0,20	0,30	0,15	0,15
Lastwagen	75	0,25	0,30	—	—
Langholzwagen	85	0,30	0,40	—	—
Scheitholzwagen	60	0,25	0,20	—	—
Bauholzwagen	80	0,30	0,40	—	—
Belastete Strafsenwalze	110	0,50	0,55	**0,35**	**0,35**
desgl. bei Bergfahrt	110	0,45	0,40	—	—
„ „ Thalfahrt	110	0,60	0,70	—	—
„ „ Bergfahrt	110	0,55	0,60	—	—
„ „ Thalfahrt	110	**0,65**	**0,80**	—	—
„ „ Bergfahrt	110	0,45	0,50	—	—

1) Bauschinger gab auf den von ihm bei der Nürnberger Ausstellung im Jahre 1882 zur Schau gestellten Tafeln die Zusammendrückbarkeit eines Buntsandsteins von 347 at Druckfestigkeit bei 10 at Druck zu 150, bei 20 at Druck zu 300, bei 30 at Druck zu 370, bei 40 at Druck zu 450 Millionstel der gedrückten Länge an.

Der Gewölbescheitel ging nach Wegnahme der Belastung stets wieder vollständig in seine ursprügliche Lage zurück.

Beobachtungen über die infolge des Temperaturwechsels auftretenden Bewegungen des Gewölbscheitels sind mit Rücksicht auf die zur Zeit der Vollendung der Brücke ungünstige Witterung unterblieben.

Nach Fertigstellung der Brücke sind die leergebliebenen Theile der Bleifugen gereinigt und mit Cementmörtel vergossen.

Die zur Fertigstellung der Brücke erforderliche Bauzeit betrug im ganzen zehn Monate.

Die Baukosten gestalteten sich folgendermafsen:

Gründung und Aufmauerung bis zu den sichtbaren Kämpfern: Grabarbeit für die Gründung 1625 ℳ. Uferabhub und Kegelaushub 911 ℳ, Wasserhaltung 850 ℳ, Beton und Bruchsteingewölbe 4036 ℳ. Steinbeugung 181 ℳ, Insgemein 150 ℳ, zusammen 7753 ℳ;

Aufbau der Brücke über den sichtbaren Kämpfern: Zimmerarbeiten für den Bau des Maschinen- und Lehrgerüsts 4354 ℳ, Maurer- und Steinhauerarbeiten 9353 ℳ, Asphaltplatten 145 ℳ, Winkeleisen und Anker 312 ℳ, Geländer 1860 ℳ, Weichwalzblei 500 ℳ, Insgemein 200 ℳ, zusammen 16724 ℳ; demnach Gesamtaufwand 24477 ℳ.

Die Grundfläche der Brücke beträgt bei 3,90 m Weite zwischen den Geländern und 28 m sichtbarer Spannweite 109,2 qm, die Baukosten betragen daher auf das Quadratmeter Grundfläche 224 ℳ; wird die thatsächliche Stützweite — von Fundamentmitte zu Fundamentmitte gerechnet — mit 45 m der Berechnung für die Grundfläche der Brücke zu Grunde gelegt, so betragen die Kosten auf das Quadratmeter der solchermafsen berechneten Brückengrundfläche nur 138 ℳ.

Die Bauleitung unterstand dem Königl. Bauinspector Stuppel in Calw; die unmittelbare Beaufsichtigung und Leitung der Bauausführung war dem Königl. Regierungs-Baumeister Paul Braun übertragen, dessen energischer und umsichtiger Geschäftsführung die rasche und unmangelhafte Ausführung der Brücke vornehmlich zu verdanken ist.



Abb. 4. Enzbrücke oberhalb Wildbad.

2. Brücke über die Enz oberhalb Wildbad, erbaut 1886.
(Vergl. Blatt 39 und vorstehende Abbildung.)

Die Brücke hat 15,6 m sichtbare Spannweite bei 3,25 m Pfeilhöhe, dagegen 20,6 m thatsächliche, in Fundamenthöhe gemessene Spannweite. Die nutzbare Breite der Brücke zwischen den Geländern beträgt 6,94 m, wovon 5,50 m auf die Fahrbahn und je 0,72 m auf beiderseitige erhöhte Fufswege entfallen; die Brücke ist schräg im Verhältnifs von 1 zu 2 und liegt in 0,8 pCt. Strafsengefälle.

Der Baugrund ist fester Buntsandsteinfels, welcher, von Sand, Kies und grobem Geröll überlagert, 3 m unter Niederwasser ansteht.

Die Baugruben konnten ohne Holzeinbau mit dreiviertelbis einfacher Böschung ausgehoben werden, wobei drei kräftige Baupumpen für den Wasserandrang genügten.

Der nicht sichtbare Theil des Gewölbes wurde im Trockenen aus Beton im Verhältnifs von 1 Portlandcement zu 3 Sand und 6 Sandsteinschotter unter Zugabe von 30 pCt. grofsen Sandsteinbrocken hergestellt, die Betonschichten wurden hierbei nach der Fugenrichtung eingebracht und festgestampft; in der Höhe der sichtbaren Widerlager hat man den Beton in der aus der Zeichnung (Blatt 39) ersichtlichen Weise in sechs Stufen nach dem englischen Fugenschnitt abgetreppt.

Das Lehrgerüst der Brücke mufste der Flufsstrafse wegen eine etwas unregelmäfsige Form erhalten, es ruht theils auf eingerammten Pfählen, theils auf Trockenmauerwerk. Wie bei der Höfener Brücke haben auch hier Sandtöpfe Verwendung gefunden. Auf die Lehrbögen wurde eine volle Einschalung mit alten 8 cm starken Bohlen aufgebracht, die mit 5 mm breiten Fugen verlegt wurden. Man zeichnete auf die Schalung

die Form der Gewölbstirnen so auf, dafs die Vorderflächen der Stirnsteine senkrechte Cylinderflächen bildeten, wodurch das Stirnmauerwerk der Brücke einen nach den Kämpfern zunehmenden kräftigen Anlauf erhielt. Die Gewölbsteinschichten wurden in beiden Stirnen auf der Schalung mittels Stiften festgelegt und hierauf die Lagerfugen mittels biegsamer Holzlatten auf der Schalung aufgezeichnet. Das Lehrgerüst wurde mit dem vorhandenen Wölbmaterial belastet, soweit dies die Neigung des Lehrgerüstes ohne besondere Vorkehr zuliefs.

Das sichtbare Gewölbe besteht aus Vorsetzsteinen von Buntsandstein, welche rauh nach der Fugenrichtung bearbeitet worden sind. Zu den Stirnsteinen wurden nur Durchbinder verwendet, welche erst rauh nach dem Fugenschnitt gerichtet, auf die Schalung gelegt und nach den daselbst angebrachten Richtungslinien bearbeitet werden mufsten, ehe sie versetzt werden konnten. Die Fugenweite betrug 15 mm und wurde mittels Einlegens von Holzlättchen gesichert. Waren solchermafsen vier Gewölbeschichten nebst den zugehörigen Stirnsteinen auf der Schalung auf jeder Seite des Bogens, von beiden Kämpfern aus beginnend, trocken aufgebracht, so füllte man die Fugen mit möglichst steifem Portlandcementmörtel im Verhältnifs von 1 Cement zu 3 Sand, stiefs denselben mittels Eisenstäben satt in die Fugen ein, zog nachher die Holzlättchen aus, worauf der hinter der Vorsetzsteinen noch fehlende Theil der Gewölbstücke betonirt und festgestampft wurde.

Behufs der Festlegung der Drucklinie im Kern des Gewölbes wurden in den sichtbaren Kämpfern und im Scheitel Bleiplatten von je 20 cm Breite und 20 mm Dicke zwischen harte Buntsandsteinquader von 760 at Druckfestigkeit eingelegt; der Schräge der Brücke wegen ist die Bleifuge in sechs Absätzen abgetreppt, die Bleiplatten sind dementsprechend in Stücken von je 1 m Länge eingebracht worden.

Das Wölben erforderte nur zehn Arbeitstage, die Senkung des Lehrgerüstes und des Gewölbescheitels betrug bis zum Gewölbeschlufs flufsaufwärts 8 mm, flufsabwärts 7 mm.

Nach Verlauf von zwei Wochen hatte der Mörtel eine solche Festigkeit erreicht, dafs das Ausschalen der Brücke in gleicher Weise wie bei Brücke 1 erfolgen konnte; die Senkung des Gewölbscheitels erhöbte sich hierbei flufsaufwärts auf 12 mm, flufsabwärts auf 15 mm.

Beim Beginn des Wölbens öffneten sich die Bleifugen am Kämpfer um weitere 1 bis 2 mm, ohne Zweifel deshalb, weil der dem Kämpfer zunächst liegende Theil der Lehrbögen seiner steilen Anlage wegen zuvor nicht belastet worden ist. Die Bleiplatten der Kämpfer gelangten daher nur auf etwa 13 cm Breite zur Wirkung und die Inanspruchnahme derselben beträgt an der meistgeprefsten Kante höchstens 90 at, ein Ausweichen des Bleies war dementsprechend nicht zu beobachten. Im Scheitel gelangte die Bleiplatte auf ihre ganze Breite zur Druckaufnahme, die Höchstinanspruchnahme beträgt hier äufserstenfalls 41 at. Beim Entwurf der Brücke war sowohl für die Kämpfer- als auch die Scheitelfuge von einer Höchstinanspruchnahme des Bleies von 120 at ausgegangen worden. Hierbei wäre das Wölbmaterial im Scheitel höchstens mit 15 at, in der Bruchfuge mit 12,4 at, im Kämpfer mit 10,8 at in Anspruch genommen worden; die thatsächlichen Inanspruchnahmen sind dem Verhalten der Bleiplatten entsprechend nun kleiner geworden; letzterem entsprechend wäre es wohl angängig gewesen, die Breite der Bleiplatten erheblich und zwar im Scheitel auf 7 cm, im Kämpfer auf 10 cm zu ermäfsigen, die Bleieinlagen würden hierdurch noch mehr als geschehen einen gelenkartigen Charakter angenommen haben.

Um dem Gewölbe möglichst lange volle Beweglichkeit in den Bleifugen zu erhalten, hat man bei der Aufmauerung der Stirnmauern und der Mauern der Entlastungsräume treppenförmige Schlitze über den Bleifugen der Kämpfer offen gelassen, die erst zuletzt zugemauert wurden, als dies der ordnungsmäfsige Fortgang der Arbeiten nothwendig machte. Mauern und Gewölbe der Entlastungsräume sind rauh aus Beton mit Steineinlage hergestellt worden.

Die Abdeckung des Gewölberückens erfolgte in den Entlastungsräumen mittels eines 3 cm starken Cementüberzugs, im Verhältnifs von 1 Cement zu $2^1/_2$ Sand gemischt, im Brückenscheitel dagegen, sowie über den Entlastungsbögen sind 7 mm starke Asphaltplatten aufgebracht, in den Fugen und an ihrem Rande mit Theer und Cement gedichtet und mit feinem Kies in Bohnengröfse überdeckt worden.

Die Fufswege ruhen auf kräftigen, an ihrer Rückseite verankerten Kragsteinen und sind an ihrer Vorderseite mittels eines Winkeleisens gegen die Stöfse der Fuhrwerke geschützt.

Geländer und Brüstungssteine sind, dem wilden Gebirgscharakter der Umgebung entsprechend, sehr einfach gehalten worden; die Fahrbahn erhielt eine Aplitbeschotterung.

Nahezu vor gänzlicher Fertigstellung der Brücke wurden die Bleifugen mit Cementmörtel im Verhältnifs 1 zu $1^1/_2$ ausgegossen. Die Gesamtsenkung des Scheitels hat schliefslich flufsaufwärts 17 mm, flufsabwärts 19 mm erreicht; sie beträgt — vom Gewölbeschlufs ab gerechnet — nur 9 bezw. 12 mm; die wie bei Brücke 1 angestellte Rechnung ergab nur 1 mm.

Die Bauzeit betrug nur fünf Monate.

Die Baukosten betragen für die Gründung und Aufmauerung bis zu den sichtbaren Kämpfern:
Grabarbeit für die Gründung 1517 ℳ, Kegelaushub 49 ℳ, Betongewölbe 1090 ℳ, Trockenmauerwerk 211 ℳ, Böschungspflaster 821 ℳ, Portlandcement 722 ℳ, Wasserhaltung 600 ℳ, Insgemein 150 ℳ, zusammen 5160 ℳ;

Aufbau der Brücke über den sichtbaren Kämpfern:
Zimmerarbeiten für den Bausteg und das Lehrgerüst 1329 ℳ, Brückengewölbe 1347 ℳ, Entlastungsmauerwerk 1771 ℳ, Stirngemäuer 109 ℳ, Kragsteine und Fufswegplatten 935 ℳ, Trockengemäuer 310 ℳ, Brüstungssteine 80 ℳ, Portlandcement 1503 ℳ, Winkeleisen und Anker 319 ℳ, Eisernes Geländer 506 ℳ, Asphaltplatten 150 ℳ, Fahrbahn 358 ℳ, Weichwalzblei 300 ℳ, Insgemein 108 ℳ, zusammen 9197 ℳ; demnach Gesamtaufwand für die Brücke 14357 ℳ

Die Baukosten betragen somit für das Quadratmeter der der sichtbaren Spannweite entsprechenden Grundrifsfläche 131 ℳ, für das Quadratmeter der der Stützweite — in den Fundamenten gemessen — entsprechenden Grundfläche 90 ℳ

Die Bauleitung und Aufsicht unterstand wie bei der Brücke 1 dem Königl. Bauinspector Stuppel in Calw und dem Königl. Regierungs-Baumeister Paul Braun.

3. Brücke über die Glatt bei Neuneck, erbaut 1886.
(Vergl. Blatt 39.)

Die Brücke hat 17 m sichtbare, 20,8 m thatsächliche Spannweite und in ihrem sichtbaren Theile eine Pfeilhöhe von 3 m. Die nutzbare Breite der Brücke beträgt 5,5 m, wovon 4 m auf die Fahrbahn und je 0,75 m auf die beiderseitigen

Fufswege entfallen; sie ist schräg nach ein Fünftel, hat aber dessenungeachtet normalen Fugenschnitt erhalten.

Da die Brücke mit möglichster Kostenersparnifs wegen der Betheiligung einiger in ungünstigen Vermögensverhältnissen befindlichen Gemeinden gebaut werden mufste, so hat man beim Entwurf überall soweit als nur thunlich gespart; dementsprechend wurden insbesondere zur Ueberdeckung der Entlastungsräume Belageisen mit dazwischen gelegten vorlegeartigen Gewölben verwendet und zugleich die weit vorspringenden Fufswege auf die Belageisen aufgelegt. Die Breite des Gewölbes der Brücke konnte hierdurch auf nur 4 m beschränkt, das Eigengewicht der Brücke möglichst ermäfsigt und dementsprechend die Gewölbestärke sehr gering bemessen werden. Die gewählte Constructionsweise ist in technischer Beziehung unbedenklich, weil die Belageisen gleichwie das eiserne Geländer mittels entsprechender Unterhaltung des Anstrichs gegen Zerstörung geschützt werden können. Ueberdies würde es ja keinem Anstand unterliegen, dieselben unter Anwendung des Bower-Barff'schen Inoxydationsverfahrens [1] gegen äufsere Einwirkungen nahezu unveränderlich zu machen.

Die Brücke bietet im übrigen nicht viel Besonderes. Die Gründung erfolgte auf festem, etwa 2 m unter Niederwasser anstehenden Buntsandstein, die Fundamente sind bis auf Wasserhöhe aus Beton, welcher im Verhältnifs von 1 Cement zu 3 Sand und 6 Sandsteinschotter unter Zugabe von 30 pCt. grofser Sandsteine gemischt und tüchtig festgerammt wurde, hergestellt worden; im übrigen besteht die Brücke aus Buntsandsteingemäuer. Die sämtlichen Steine wurden nur rauh gerichtet, und — vom Gewölbe abgesehen — in Cementmörtel im Verhältnifs von 1 Cement zu 4 Sand versetzt; in die scheinbaren Kämpfer ist eine 2 mm dicke Bleiplatte von 20 cm Breite, in den Scheitel eine solche von 10 cm Breite zwischen Buntsandsteinquader eingelegt worden; das Lehrgerüst ruhte theils auf Pfählen, theils auf Trockenmauerwerk und ist mit sämtlichem Wölbmaterial vor Beginn des Wölbens belastet worden. Die Gewölbesteine wurden für das ganze Gewölbe zunächst trocken versetzt; zu dem Behufe wurde jeder Wölbstein auf zwei Holzlättchen von $^{2}/_{3}$ cm Querschnitt verlegt und die Quader der Bleifugen mittels Holzkeile in dem richtigen Abstand erhalten; erst nachdem alle Gewölbsteine von den Kämpfern aus versetzt waren, was neun Arbeitstage erforderte, wurden die sämtlichen Fugen — die Bleifugen ausgenommen — mit dickflüssigem Portlandcementmörtel im Mischungsverhältnifs von 1 Cement zu 3 Sand, gefüllt und ausgestofsen, nachher konnten die in den Fugen steckenden Holzlättchen meist vollständig ausgezogen werden; die Hohlräume wurden mit Mörtel vergossen, was im ganzen einen und einen halben Tag Zeit erforderte. Der oberhalb der Gewölbsteine verbleibende Rest der Gewölbedicke wurde sodann mit Beton im Verhältnifs von 1 Cement zu 2 Sand und 4 Sandsteinschotter gefüllt und festgerammt. Erst als der Bogen vollständig fertig war, beseitigte man auch die in die Bleifugen eingesteckten Holzkeile, und 36 Tage nach Gewölbeschlufs senkte man während vier Tagen allmählich die auf Sandtöpfen ruhenden Lehrbögen. Die ganze Senkung des Scheitels betrug hierbei flufsaufwärts 15 mm, flufsabwärts 14 mm; sie nahm später nicht zu, als die Brücke vollends aufgemauert wurde. Die Ueberdeckung der Entlastungsräume geschah mittels rauher, vorlegeartiger Bruchsteingewölbe, die satt in Cementmörtel versetzt wurden; zur Abdeckung des Gewölbes selbst wurde nur Cementmörtelgufs verwendet.

1) Centralblatt der Bauverwaltung 1884, S. 70.

Die Bleiplatten sind — dank der sorgfältigen Sicherung derselben gegen Verdrehung beim Fortgang der Wölbung — an keiner Stelle lose geworden, sie übertragen daher auf ihre ganze Breite den auf sie entfallenden Druck; ihre Höchstbeanspruchung kann sonach im Scheitel 60,8 at, im Kämpfer 95 at nicht überschreiten. Beim Entwurf ist von einer Höchstbeanspruchung von 120 at ausgegangen worden, wobei der gröfste Druck des Gewölbmaterials im Scheitel 9,4 at, in der Bruchfuge 8 at und im Kämpfer 8,4 at hätte erreichen können; die thatsächlichen Beanspruchungen sind nun jedenfalls kleiner geworden. Auch bei der vorliegenden Brücke wäre es möglich gewesen, die Breite der Bleieinlagen noch weiter und zwar im Scheitel auf 5,1 cm, im Kämpfer auf 7,1 cm zu ermäfsigen, wodurch die Gelenkbewegung noch weiter als geschehen zum Ausdruck gebracht worden wäre. Unmittelbar vor der Vollendung der Brücke wurde der bis dahin leer gebliebene Theil der Bleifugen mit Mörtel gefüllt.

Die ganze Bauzeit für die Brücke betrug drei Monate.

Der Bauaufwand betrug für

Grabarbeit 1 ℳ / 4 ℳ f. d. cbm über / unter Wasser			705 ℳ,
Fundamentbeton ohne Cement	8 ℳ	f. d. cbm	536 ℳ,
Bruchsteingewölbe „ „	7 ℳ	„	98 ℳ,
Gewölbequader an den Bleifugen	36 ℳ	„	234 ℳ,
Sichtbares Gewölbemauerwerk samt Lehrbögen	27 ℳ	„	1080 ℳ,
Gewölbebeton	22 ℳ	„	84 ℳ,
Stirnmauerwerk	16 ℳ	„	832 ℳ,
Entlastungsmauerwerk	8 ℳ	„	98 ℳ,
Entlastungsbögen	2 ℳ	f. d. qm	120 ℳ,
Trockenmauerwerk	6 ℳ	f. d. cbm	168 ℳ,
Fufswegplatten	50 ℳ	„	573 ℳ,
Betonbanket	10 ℳ	„	51 ℳ,
Cementglattstrich	0,50 ℳ	f. d. qm	34 ℳ,
Steinbeugung	2 ℳ	f. d. cbm	129 ℳ,
Rauhes Ufer- und Kegelpflaster	8 ℳ	„	320 ℳ,
Eisenwerk	25 ℳ	f. 100 kg	1510 ℳ,
Cementlieferung zum Beton und sämtlichem Mauerwerk	4 ℳ	f. 100 h	1182 ℳ,
Verschiedenes			246 ℳ,
		zusammen	8000 ℳ

Die Baukosten betragen somit für das Quadratmeter Grundfläche, bezogen auf die sichtbare Spannweite, nur 85 ℳ, bezogen auf die Stützweite nur 63 ℳ, sind also sehr gering.

Die Ueberwachung der in jeder Beziehung gelungenen Ausführung ruhte in der Hand des Königl. Regierungs-Baumeisters Roller unter der Leitung des Königl. Bauinspectors Angele.

4. Brücke über die Murr bei Marbach, erbaut 1887.

(Vergl. Blatt 40.)

Die Brücke hat eine sichtbare Spannweite von 32 m, eine Pfeilhöhe von 3,1 m, eine thatsächliche Spannweite, in der Fundamenthöhe gemessen, von 43,5 m, und eine Breite von 6,2 m, wovon 4,5 m auf die Fahrbahn und je 0,85 m auf die beiderseitigen erhöhten Nebenwege entfallen.

Der **Baugrund** ist wohlgeschichteter, geschlossen gelagerter Muschelkalkfels, welcher in einer Tiefe von 2 m unter Mittelwasser ansteht.

Der **nicht sichtbare Theil des Gewölbes** ist, der möglichst raschen Herstellung wegen (der Bau konnte erst kurz vor Eintritt des Winters 1886 in Angriff genommen werden) aus Beton im Verhältnifs von 1 Cement zu 3 Sand und 6 Kalksteinschotter und grober Kies mit Zugabe von 30 pCt. grofsen Kalksteinbrocken hergestellt worden; der hierzu verwendete rasch bindende Portlandcement besafs, nachdem er einen Tag unter Wasser und sieben Tage an der Luft erhärtet war, durchschnittlich eine Zugfestigkeit von 10,36 at; die während der Gründung hergestellten Probewürfel des verwendeten Kies-Betons mit 30 cm Seitenlänge erlangten während fünf Monaten eine Druckfestigkeit von 83 bis 104 at, während sich dieselbe bei Anwendung des über Wasser verwendeten langsam bindenden Portlandcements mit durchschnittlich 13,50 at Zugfestigkeit, die Druckfestigkeit des Kies-Betons auf 117 bis 131 at erhöhte; bei Verwendung von Muschelkalkgeschläge statt des Kieses erreichte die Druckfestigkeit des hiermit hergestellten Betons von 115 bis 146 at.

Das beim Bau der Teinacher Nagoldbrücke im Jahr 1882 verwendete **Lehrgerüst** fand bei der vorliegenden Brücke Verwendung, die Lehrbögen wurden theils auf eingerammte Joche, theils mittels kräftiger Böcke auf die felsige Sohle der Murr aufgestellt.

Das **sichtbare Gewölbe** ist in der Hauptsache aus lagerhaften Muschelkalksteinen von 960 bis 1132 at, im Mittel 1059 at Druckfestigkeit hergestellt worden, da die Steine nicht vollständig witterungsbeständig sind, so war die Verwendung von Vorsetzsteinen aus benachbarten Keuperbrüchen, deren Material nur 577 bis 644 at, im Mittel 611 at Druckfestigkeit besafs, nicht zu umgehen.

An den sichtbaren Kämpfern und im Scheitel sind Bleifugen angeordnet und zu beiden Seiten derselben Buntsandsteinquader von 718 bis 768 at, im Mittel 750 at Druckfestigkeit versetzt worden; die 22 mm starken Bleiplatten liegen je im mittleren Drittel der 1,6 m dicken Kämpfer bezw. des 1,2 m starken Gewölbescheitels.

Die auf Sandtöpfen ruhenden Lehrbögen wurden vor Beginn des Wölbens etwa mit der Hälfte des vorhandenen Wölbmaterials belastet; dabei senkte sich das Lehrgerüst infolge der theilweise schlechten Beschaffenheit der fünf Jahre alten Lehrbögen, theils wohl auch infolge der nicht vollständig satten Auflagerung der unteren Querschwellen der Böcke des Lehrgerüstes auf der Felsensohle der Murr ungleich, sodafs es nothwendig wurde, die richtige Form der Lehrbögen nach theilweisem Abtrag des Belastungsmaterials mittels Aufsattelung auf die ersteren wieder herzustellen.

Das Wölben selbst erfolgte von beiden Kämpfern aus in der schon mehrfach beschriebenen Weise. Die Vorsetzsteine wurden mit 20 mm weiten Fugen unter Verwendung kleiner Holzlättchen erst trocken versetzt und zwar je in vier Schichten, und nachher die Fugen mit Cementmörtel im Mischungsverhältnifs von 1 zu 2 gefüllt und ausgestofsen. Unmittelbar hieran anschliefsend ist auch die Hintermauerung mit lagerhaften, nur mit dem Hammer zugerichteten Muschelkalksteinen in sorgfältiger Weise unter Verwendung von Portlandcementmörtel derselben Beschaffenheit erfolgt; die letzte Schicht ist vor dem Einbringen des Mörtels gegen die Schalung abgespriefst worden.

Das Versetzen des gesamten Wölbmaterials erforderte 21 Arbeitstage, es ging langsam von statten, weil die sorgfältige Herstellung des Muschelkalkgemäuers zeitraubend war. Bis zum Schlusse des Gewölbes senkte sich das mangelhafte Lehrgerüst ungleich und im Scheitel um 55 mm, dabei ging es an der rechtsseitigen Brückenhälfte nicht ganz ohne leichte Risse ab, die sofort wieder geschlossen wurden.

Man gewährte nun dem Mörtel des Gewölbes eine Erhärtungsfrist von sechs Wochen, während welcher sich der Scheitel der Brücke mitsamt dem Lehrgerüst um weitere 17 mm senkte; bei der hierauf innerhalb 13 Tage langsam und gleichmäfsig vorgenommenen Entleerung der Sandtöpfe senkte sich der Gewölbscheitel um 39 mm, bis er vollständig frei wurde; bis zur vollständigen Fertigstellung der Brücke erhöhte sich die Senkung auf 55 mm. An den scheinbaren Kämpfern hat man Stahlspitzen eingemauert, um eine, wenn auch unbedeutende seitliche Verschiebung und Senkung der Widerlager nach dem Ausschalen beobachten zu können, man hat jedoch keine mefsbaren Bewegungen wahrgenommen; bei und nach dem Ausschalen der Brücke sind keinerlei Trennungen in den Gewölbefugen, Haarrisse oder dergleichen entstanden.

Dagegen boten die Bleifugen, welche man während der Wölbarbeit nicht mit Keilen festgelegt hatte, um sie in ihrer freien Wirkung wegen der mangelhaften Lehrbögen nicht zu behindern, nach dem Ausschalen das in nebenstehenden Zeichnungen dargestellte, für die Beurtheilung der Wirkungsweise der Bleieinlagen höchst lehrreiche Bild.

Die Bleiplatten im Scheitel standen theilweise nur auf 33 cm Länge beiderseits mit den benachbarten Quadern in Berührung. Die gröfste Beanspruchung an der oberen Kante der Bleitafel kann hier nur bis zu 70 at betragen, und dem entsprechend ist auch das Blei an der meistgeprefsten Kante nicht ausgewichen; die Kämpferplatten dagegen befinden sich nur auf verglichen 22 cm Länge in Berührung mit den benachbarten Quadern. Hier erreicht der Höchstbetrag des Druckes an der unteren Kante der Bleiplatten, um welche sich die Drehung der beiden Gewölbhälften vollzog, 116 at, und die Bleiplatten sind von ihrer ursprünglichen Breite von 50 cm auf 50,5, 53 und 51 cm seitlich und solange ausgewichen, bis die Standfähigkeit des Bleies durch die gröfste Kantenpressung nicht mehr überschritten wurde.

Man vermag hieraus und aus den bei Brücke 1 gefundenen Zahlen in Uebereinstimmung mit den im Vorwort angeführten Versuchen zu schliefsen, dafs die den Weichwalzblei-Platten zu gebende Breite unter der Annahme einer Höchstbeanspruchung an einer Kante derselben von etwa 120 at zu berechnen ist; dementsprechend hätten bei der Marbacher Brücke Einlagen in den Kämpfern von 41,1 cm, im Scheitel von 33,7 cm Breite genügt; die Drucklinie kann sich hierbei in den Kämpfern nur in einer Zone von 69 mm, im Scheitel von 56 mm Breite, von der Mitte der Bleiplatten ab gerechnet, befinden.

Für die thatsächlich gewählten Bleiplattenbreiten wird die Inanspruchnahme des Wölbmaterials im Scheitel 25,8 at, in der Bruchfuge 25 at und in den Kämpfern 24,3 at nicht übersteigen.

Der ungehinderte Fortgang der Bauarbeiten liefs es, nachdem die Stirnmauern der Brücke aufgeführt waren, wünschens-

werth erscheinen, den leergebliebenen Theil der Bleifugen zwei Wochen nach erfolgtem Ausschalen des Gewölbes mit Cementmörtel im Verhältnifs von 1 Cement zu 2 Sand zu schliefsen, nachdem zuvor der klaffende Theil der Bleiplatten beider Kämpfer mit Blei ausgegossen worden war.

Die Brückenstirnen wurden aus Lettenkohlensandstein aufgemauert, die Mauern und Abdeckungen der Entlastungsräume aus Beton im Verhältnifs von 1 Cement zu 2 Sand und 3 Kies, über dem Gewölbscheitel im Verhältnifs von 1 Cement zu 3 Sand und 6 Kies hergestellt; die die Sandsteindeckplatten tragenden Kragsteine sind wie bei Brücke 1 verankert worden.

Die Abdeckung des Rückens des Brückengewölbes erfolgte mittels eines Cementbestrichs im Verhältnifs von 1 Cement zu 2 Sand, über den Entlastungsräumen ist Asphaltfilz von 7 mm Dicke verlegt worden.

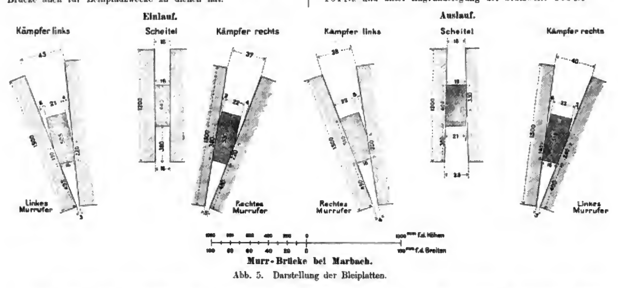
Das Geländer ist ganz aus Schmiedeeisen hergestellt, die Anwendung irgendwelcher über das Handeisen vorspringenden Bekrönungstheile mufste hierbei vermieden werden, weil die Brücke auch für Leinpfadzwecke zu dienen hat.

Die Bauzeit für die Brücke hat mit Ausschlufs des Winters 1886/87, während dessen nicht gearbeitet wurde, acht Monate betragen.

Die Baukosten haben betragen für die Gründung und Aufmauerung bis zu den sichtbaren Kämpfern:
Grabarbeiten 2767 ℳ, Wasserförderung 653 ℳ, Betongewölbe 5335 ℳ, zusammen 8755 ℳ;

für den Aufbau der Brücke über den Kämpfern:
Bausteg und Lehrgerüst 2550 ℳ, sichtbares Gewölbe 7693 ℳ, Bleiplatten 718 ℳ, Stirnmauerwerk 1617 ℳ, Anker- und Trockenmauerwerk 1194 ℳ, Entlastungsmauerwerk 2053 ℳ, Fufswegplatten und Brüstungsquader 2441 ℳ, Asphaltplatten 316 ℳ, Geländer 1900 ℳ, Anker 450 ℳ, Böschungskegel, Uferschutz 1800 ℳ, Insgemein 954 ℳ, zusammen 23686 ℳ; demnach Gesamtaufwand 32441 ℳ.

Die Baukosten betragen sonach für das Quadratmeter Grundrifsfläche unter Zugrundelegung der sichtbaren Spannweite 164 ℳ und unter Zugrundelegung der Stützweite 105 ℳ.



Murr-Brücke bei Marbach.
Abb. 5. Darstellung der Bleiplatten.

Die Bauausführung unterstand dem Königl. Regierungs-Baumeister Fleischhauer unter der Leitung des Königl. Bauinspectors Gulde.

Schlufswort.

Aus vorstehendem dürfte hervorgehen, dafs die Verwendung von Bleieinlagen in drei passend gewählten Fugen eines Brückengewölbes es ermöglicht, die Lage der Drucklinie des Gewölbes, die gröfste Inanspruchnahme des Wölbmaterials mit genügender Sicherheit zu bestimmen, sowie dafs ein derartig behandeltes Gewölbe sowohl während des Wölbens als bei und nach dem Ausschalen die hierbei auftretenden Bewegungen auszuführen vermag, ohne Schaden zu nehmen.

Hierdurch ist es möglich, mit voller Sicherheit auch an die Erbauung der gröfsten Steinbrücken heranzutreten. Dafs neben der Verwendung der Bleieinlagen noch eine Reihe weiterer Gesichtspunkte zu beachten ist, wenn Spannweiten von bisher nicht erreichter Gröfse mit Steinbrücken überschritten werden sollen, ist wohl fast selbstverständlich.

Man wird zunächst bezüglich der Anlage der Fundamentflächen der bei den Brücken 1 bis 3 gewählten Anordnung unbedingt den Vorzug vor der Anordnung bei Brücke 4 einräumen, weil ersterenfalls die Unverrückbarkeit der Widerlager erheblich gröfser ist als im letzteren Falle.

Das Eigengewicht der Brücken mufs thunlichst vermindert werden. Zu dem Behufe ist die Anwendung von Entlastungsräumen, welche — ähnlich wie bei Brücke 3 — mit leichten Gewölben überdeckt sind, die von entsprechend starken, über die Brückenstirnen annähernd eine Fufswegbreite hinausragenden Walzeisen getragen werden, besonders empfehlenswerth; die letzteren lassen sich mit Nutzen zuvor auch für die Lehrbögen verwenden.

Die Breite der Bleieinlagen ist so gering zu bemessen, als dies die Standfähigkeit des Bleies zuläfst. Für Brücken bis zu 40 m Spannweite genügt Weichwalzblei, welches erst bei 120 at Druck seitlich auszuweichen beginnt; bei gröfseren Spannweiten werden dagegen härtere Bleisorten, welche bis zu 300 at Standfestigkeit haben, in Verwendung zu nehmen sein. Von der Gröfse des durch die Bleiplatten zu übertragenden Druckes ist auch die erforderliche Druckfestigkeit der Steine abhängig, zwischen welche die Bleiplatten gelagert werden müssen; man

wird nur selten und nur bei Ausführung besonders kühner Bogen in die Nothwendigkeit versetzt werden, Steine von hervorragender Druckfestigkeit zur Verwendung zu bringen; bei Betonbrücken können häufig Cementquader unbedingt zulässig erscheinen.

Für die beabsichtigte Wirkung der Bleieinlagen ist es von Werth, wenn das Versetzen der Gewölbsteine oder das Betoniren in der Nähe der Bleifugen so erfolgt, dafs die Bleiplatten bis zum Gewölbschlufs beiderseits vollständig mit ihrer Umgebung in Berührung bleiben. Es läfst sich dies leicht zuwege bringen, wenn — nach französischen Vorbildern — die den Bleifugen zunächst liegenden Stein- oder Betonschichten erst kurz vor Schlufs des Gewölbes in den Fugen mit Mörtel gefüllt werden; hierbei kann man auch einem etwa zu befürchtenden Bruch der Bleifugenquader dadurch begegnen, dafs die Fugen neben den Bleifugenquadern zunächst nicht vollständig, sondern nur in ihrem mittleren Theile mit Mörtel gefüllt werden.

Die gleichartigste Ausführung der Gewölbe ist ohne Zweifel bei der Verwendung von Stampfbeton ermöglicht, allein für Brücken von hervorragender Spannweite, und insbesondere für solche Bauwerke, die auch in Bezug auf Schönheit gröfseren Anforderungen entsprechen sollen, wird derselbe sich nicht empfehlen; in diesem Falle ist mindestens im Aeufseren der Steinbau am Platze. Die Verwendung kleiner Mauersteine zu Brückengewölben bietet zwar mancherlei Vortheile, allein es ist dessenungeachtet durchaus nicht gerechtfertigt, in Gegenden, in welchen grofse Steine zu Quadern leicht erhältlich sind, letzteren die Mauersteine vorzuziehen, denn wenn auch die Quadergewölbe Versetzgerüste unentbehrlich machen und der Aufwand für dieselben gröfser wird, so kann doch die Herstellung des Gewölbes erheblich rascher erfolgen, auch gewinnt die Gleichartigkeit und Güte eines Gewölbes beim gleichmäfsigen Durchgehen sämtlicher Lagerfugen beträchtlich. Rauhe Bearbeitung der Gewölbsteine genügt, falls nicht in Beziehung auf äufsere Erscheinung besonders hohe Anforderungen gestellt werden.

Die Weite der Gewölbefugen sollte nicht unter 15 bis 20 mm gewählt werden, damit das Einbringen und Einstofsen des Mörtels möglichst erleichtert wird. Dafs der Zubereitung und Mischung des Mörtels, der Güte der hierzu verwendeten Materialien, der Reinhaltung der Steinflächen die gröfste Aufmerksamkeit zu schenken sei, ist wohl selbstverständlich; bei den im vorstehenden behandelten vier Brücken wurde daher der Mörtel stets von der Bauherrschaft selbst geliefert.

Es ist bekannt, dafs die Lehrgerüste genügend stark gebaut sein müssen, dafs die Auflagerung derselben eine sehr sorgfältige sein mufs; die Verwendung alter Gerüste ist, wie Brücke 4 zeigt, bedenklich und nicht empfehlenswerth. Sandtöpfe gestatten ein allmähliches und gleichförmiges Absenken der Gerüste. Die Lehrgerüste müssen möglichst vollständig mit dem erforderlichen Wölbmaterial belastet werden, ehe mit dem Wölben begonnen wird.

Am zweckmäfsigsten ist es, wenn sämtliche Wölbsteine erst trocken auf Holzschienen versetzt und nachher die Fugen mit Mörtel gefüllt werden.

Das Ausschalen der Gewölbe kann erfolgen, sobald der Mörtel die nöthige Festigkeit erlangt hat; bei kleinen Brücken, bei welchen der Flächendruck meist erheblich geringer ist als bei grofsen, bedarf es daher wesentlich kleinerer Erhärtungsfristen als bei Brücken mit grofsen Spannweiten von mehr als etwa 30 m.

Bei dem Aufmauern der Brückenstirnen, der Mauern der Entlastungsräume usw. müssen die Bleifugen offen bleiben, auch sind an den erstgenannten Bautheilen Mauerzwickel derart offen zu lassen, dafs sich die Gewölbtheile um die Bleiplatten ohne Zwang bewegen können.

Das Füllen der Bleifugen neben den Bleieinlagen ist zwar unbedenklich, allein es ist keineswegs unbedingt nothwendig; wo die Fugen gefüllt werden, ist dies eben noch ein Zugeständnifs an die bisherige Bauweise.

Es wäre unschwer nachzuweisen, dafs sich die Bleieinlagen auch bei Brücken mit Mittelpfeilern und bei Brückengewölben anwenden lassen, welche aus nicht mehr als zwei Ringen hergestellt werden.

Wird nach vorstehenden Grundsätzen verfahren, werden vor Beginn der Ausführung Versuche über die Festigkeit der zur Verwendung vorgesehenen Stein- und Mörtelmaterialien, sowie über das Verhalten der in die Gelenkfugen zu verbringenden Bleieinlagen gemacht, so ist man nicht behindert, unter Annahme des im einzelnen Fall als genügend erscheinenden Sicherheitscoëfficienten mit weit gröfserer rechnungsmäfsiger Sicherheit als bisher an den Entwurf und die Ausführung von Steinbrücken mit Spannweiten und Krümmungshalbmessern heranzutreten, wie dies bisher noch nicht gewagt worden ist.

Stuttgart, im November 1887.

Leibbrand, Kgl. Ober-Baurath.

Die Wasserreinigungsanlage auf Bahnhof Leipzig.

Das auf dem Bahnhofe Leipzig (Th.) für die Speisung der Locomotivkessel zur Verwendung kommende Wasser, welches einem in unmittelbarer Nähe der Wasserstation gelegenen, etwa 6 m tiefen Brunnen entnommen wird, enthält eine so erhebliche Menge Kesselstein bildende Stoffe, dafs eine Reinigung desselben sich als unabweisbares Bedürfnifs herausstellte. In 1 cbm dieses Wassers sind enthalten:

	197,2 gr	kohlensaurer Kalk,
	74,7 „	kohlensaure Magnesia,
	198,3 „	schwefelsaurer Kalk,
	25,9 „	Kieselsäure,
zusammen	496,1 gr	Kesselsteinbildner.

Aufserdem sind noch vorhanden:

85,7 gr	Chlornatrium,
50,0 „	organische Stoffe und Eisenoxyd,

sodafs der gesamte Abdampfrückstand sich auf 631,8 gr für 1 cbm beläuft. Ferner finden sich an freier und halbgebundener Kohlensäure, vermöge welcher die kohlensauren Salze in Lösung sind, in 1 cbm 131,1 gr vor.

Bei der Verdampfung dieses Wassers wird die Kohlensäure alsbald entfernt und fallen zunächst die kohlensauren Salze in amorphem, pulverförmigem Zustande heraus, da dieselben in kohlensäurefreiem Wasser nur in ganz geringem Mafse löslich sind. An sich würden nun zwar diese Salze keinen festen

Kesselstein bilden, sondern mehr schlammartige Ablagerungen liefern, welche durch zeitweises Abblasen der Kessel leicht zu beseitigen wären. Dies wird aber durch die gleichzeitige Anwesenheit des schwefelsauren Kalks verhindert. Derselbe ist zwar in kohlensäurehaltigem Wasser auch leichter löslich als in kohlensäurefreiem, jedoch bleiben in 1 cbm kochenden Wassers immer noch 600 gr Gips gelöst. Sobald im Kessel infolge der Verdampfung dieser Sättigungsgrad erreicht ist (bei dem Leipziger Wasser ist dies etwa acht Stunden nach Inbetriebsetzung eines frisch gefüllten Locomotivkessels schon der Fall), scheidet sich der schwefelsaure Kalk in dichten, an den Kesselwänden fest anhaftenden Schichten aus, schliefst dabei die gleichzeitig mit ausgefällten kohlensauren Salze ein und bildet so den festen Kesselstein.

Das hier anzuwendende Reinigungsverfahren hat in erster Reihe auf die Ausscheidung des schwefelsauren und sodann des kohlensauren Kalkes hinzuwirken. Für die Wahl des Reinigungssystems kamen in nähere Berücksichtigung:

1. die Reinigung mit Chlorbarium und Kalkhydrat;
2. die Reinigung mit Aetznatron und Kalkhydrat (Beranger-Stingl).

Von dem Chlorbarium-Verfahren wurde indes Abstand genommen und das Aetznatron-Verfahren gewählt, da sich die Reinigungskosten bei ersterem auf mindestens 6,5 ₰ für 1 cbm gestellt hätten, während dieselben nach dem letzteren, wie weiter unten näher angegeben, sich nur auf 4,11 ₰ für 1 cbm belaufen. Der chemische Vorgang bei dem gewählten Reinigungsverfahren ist folgender:

Aetznatron und Aetzkalk in angemessen äquivalenten Mengen, und zwar: 116,6 gr Aetznatron und
112,6 „ Kalkhydrat (85 gr reines Calciumoxyd)
gleichzeitig in 1 cbm Wasser gebracht, welches schwefel- und kohlensauren Kalk in den vorstehend angegebenen Mengen vermittelst der freien und halb gebundenen Kohlensäure in Lösung enthält, setzen sich so um, dafs einerseits schwefelsaures Natron als leicht lösliches, keinen Kesselstein bildendes Salz entsteht und andererseits nahezu unlöslicher kohlensaurer Kalk niedergeschlagen wird.

Das zur Verwendung gelangende Aetznatron enthält in 100 Gewichtstheilen nur 80 bis 90 Gewichtstheile reines Aetznatron. Dementsprechend und mit Rücksicht darauf, dafs es nach angestellten Versuchen zweckmäfsig ist, das Aetznatron in gewissem Ueberschufs anzuwenden, werden $\frac{116{,}6 \cdot 100}{80} + 25$ = rd. 170 gr 80- bis 90 procentiges Aetznatron, in 7,5 l Wasser gelöst, für je 1 cbm Wasser zugesetzt. Das Kalkhydrat wird in Form von klarem Kalkwasser verwendet, und da 780 l Wasser 1 kg reines Calciumoxyd lösen, so gelangen für 1 cbm des zu reinigenden Wassers $\frac{85 \cdot 780}{1000}$ = rd. 67 l Kalkwasser zur Verwendung.

Die zu 1 cbm zuzusetzende Reagenzflüssigkeit, bestehend aus Aetznatronlösung und Kalkwasser, welche vor der Verwendung durch Umrühren gehörig zu mischen sind, beträgt daher 67 + 7,5 = 74,5 l.

Bei dem Reinigungsprocefs würden, wenn die gebildeten Niederschläge ganz unlöslich wären, aus 1 cbm abgeschieden werden:

1. der ursprünglich vorhandene kohlensaure Kalk	197,2 gr
2. der durch Zersetzung des schwefelsauren Kalks gebildete kohlensaure Kalk	145,8 „
3. der aus den zugesetzten 112,6 gr Kalkhydrat entstandene kohlensaure Kalk und Antheile der kohlensauren Magnesia	152,1 „
zusammen	495,1 gr.

In Lösung würden bleiben 207 gr schwefelsaures Natron und der gröfsere Theil der kohlensauren Magnesia. In Wirklichkeit bleibt jedoch wegen der, wenn auch nur schwachen Löslichkeit der Kalksalze, ein Theil derselben in Lösung; dieser Antheil beläuft sich mit der Magnesia zusammen erfahrungsmäfsig auf 90 bis 120 gr. Wenn nun hiernach auch bei dem vorliegenden Verfahren eine vollständige Abscheidung aller Kesselstein bildenden Stoffe nicht möglich ist, so ist dieser Umstand in Wirklichkeit von keiner Bedeutung, da die zurückbleibenden Niederschläge einerseits nur in sehr geringen Mengen vorhanden sind und andererseits fast nur aus kohlensauren Salzen bestehen, welche ohne gleichzeitiges Vorhandensein von schwefelsaurem Kalk, wie bereits oben bemerkt, keinen festen Kesselstein, sondern nur einen amorphen, lockeren, nicht anhaftenden Niederschlag geben, der mit Leichtigkeit aus dem Kessel herauszuspülen ist.

Die Reinigungsanlage ist in einem Anbau des Wasserstationsgebäudes auf Bahnhof Leipzig untergebracht. Die Gröfsenverhältnisse sind so bemessen, dafs innerhalb 24 Stunden etwa 205 cbm Wasser gereinigt werden können, wobei dem zu reinigenden Wasser vom Zeitpunkt der Mischung mit der Reagenzflüssigkeit bis zum Abflufs des gereinigten Wassers ein Zeitraum von $3^1/_4$ Stunden verbleibt. Erfahrungsmäfsig genügen hierzu schon $2^3/_4$ Stunden; bei eintretendem Bedürfnifs kann demnach die Leistungsfähigkeit der Anlage auf täglich 250 cbm erhöht werden. Um den Pumpenbetrieb zur Förderung des Rohwassers bezw. zum Heben des gereinigten Wassers in die Hochbehälter der Wasserstation nicht ununterbrochen durchführen zu müssen, ist die Reinigungsanlage mit zwei Sammelbehältern E und F von je 80 cbm Inhalt (vergl. die Zeichnungen auf Seite 265/266) ausgerüstet, nach deren Füllung bezw. Entleerung der Pumpenbetrieb 10 Stunden eingestellt werden kann, ohne den Reinigungsbetrieb unterbrechen zu müssen.

Die eigentliche Reinigungsvorrichtung besteht aus drei Klärcylindern H, J, K, dem Mischcylinder G und den beiden Regelungsgefäfsen D und D^1. Die letzteren dienen dazu, die Druckhöhe, unter welcher das Rohwasser bezw. die Reagenzflüssigkeit den Reinigungsgefäfsen zufliefst, unverändert zu erhalten; zu diesem Zwecke sind die in dieselben einmündenden Zuflufsrohre mit Schwimmerventilen ausgerüstet. Beide Regelungsgefäfse sind mit Abflufsröhren nach dem Kopf o des Mischcylinders versehen und vor der Einmündung in letzteren die Regelungshähne x und y angebracht, durch welche der Zuflufs von Rohwasser und Reagenz in dem oben angegebenen Mischungsverhältnifs (74,5 l auf 1 cbm Wasser) geregelt wird.

Der Mischcylinder sowie die Klärcylinder enthalten je ein etwa 250 mm über dem Boden mündendes inneres, 150 mm weites Rohr, durch welches das mit der Reagenzflüssigkeit gemischte Wasser hinabgeführt wird, um dann im Cylinder langsam emporzusteigen. Oben angelangt, fliefst das Wasser in die jeden Cylinder umgebende ringförmige Rinne über und wird von dort durch eine offene Verbindungsrinne nach dem inneren

Rohre des folgenden Klärcylinders geleitet. Von dem letzten Klärcylinder gelangt das gereinigte Wasser durch die Rinne z nach dem Reinwasserbehälter. Bei dieser Art des Durchflusses wird eine innige Mischung und Berührung der Reagenzflüssigkeit mit dem Wasser, sowie ein leichtes Absetzen der Niederschläge herbeigeführt. Um letzteres möglichst zu fördern, ist die aufwärts gerichtete Bewegung des Wassers in den aufeinanderfolgenden Cylindern durch entsprechende Vergröfserung der Durchmesser ermäfsigt. Der letzte Klärcylinder *K* ist zur Abscheidung der nicht am Boden der Cylinder bereits abgesetzten Niederschläge oben mit einem 700 mm hohen Filter aus Holzwolle versehen. Aufserdem besitzt jeder Cylinder am Boden einen Ablafshahn, durch welchen der niedergeschlagene Schlamm mindestens einmal wöchentlich abgelassen wird.

Zur Bereitung des Kalkwassers der Aetznatronlösung und des Gemisches beider sind der Kalkwasserbehälter *A*, der Aetznatronbehälter *B*, sowie die beiden Behälter *C* mit den erforderlichen Zu- und Ableitungen versehen.

Der Rauminhalt der letzteren über dem Abflufsrohr nach dem Regulirbehälter D^1 ist so bemessen, dafs die Füllung zum Reinigen von 40 cbm Wasser ausreicht, welche sich beim regelrechten Betriebe in etwa 5 Stunden vollzieht. Der Aetznatronbehälter hat einen Füllungsraum von 600 l, welche zur Beschickung der beiden Reagenzbehälter *C* erforderlich sind, während der Kalkwasserbehälter das für eine Behälterfüllung *C* erforderliche Kalkwasser aufnehmen kann. Das zum Anrichten des Kalkwasser- und Aetznatronbehälters erforderliche Wasser wird aus dem Hochbehälter der Wasserstation zugeführt.

Der Betrieb der Wasserreinigungsanlage vollzieht sich in folgender Weise:

Das für 40 cbm Rohwasser erforderliche Kalkwasser von $40 \cdot 67 = 2680$ l wird in der Weise hergestellt, dafs die dazu nöthigen 4,5 kg gebrannter Kalk in einem passenden Holzgefäfs abgelöscht und, zu Kalkmilch verdünnt, in den Kalkwasserbehälter eingebracht werden. Hierauf läfst man die erforderliche Wassermenge — welche durch einen entsprechenden Strich am Behälter ersichtlich gemacht ist — zufliefsen und rührt während des Füllens mindestens 20 Minuten lang die Füllung gehörig durch. Zur vollständigen Lösung und Klärung sind erfahrungsgemäfs danach mindestens $2^1/_2$ Stunden erforderlich. Nach dem Anrichten des Kalkwassers wird sofort die Aetznatronlösung vorgerichtet, indem man die für 2×40 cbm Rohwasser erforderlichen 14 kg Aetznatron auf einem im Aetznatronbehälter angebrachten Drahtnetze ausbreitet und den Behälter bis zu dem angebrachten Strich mit 600 l Wasser füllt. Die Lösung erfordert erfahrungsgemäfs etwa zwei Stunden. Nach vollzogener Lösung wird dieselbe etwa eine Minute lang durchgerührt und sodann der halbe Inhalt, sowie die erforderliche Menge Kalkwasser in den einen Reagenzbehälter abgelassen.

Durch ein entsprechendes Kennzeichen am Reagenzbehälter ist die richtige Füllung ersichtlich gemacht. Während der Reagenzbehälter sich füllt, wird zur innigen Mischung des Kalkwassers mit der Aetznatronlösung die Flüssigkeit gehörig durchgerührt. Nach der Füllung beginnt die Reinigung, indem der Zuflufs des Rohwassers und der Reagenzlösung nach den Regelungsgefäfsen und von dort aus nach dem Mischcylinder hergestellt wird. Die Durchflufsöffnung der Hähne *x* und *y* wird bei der ersten Inbetriebsetzung so geregelt, dafs in der Stunde 8 cbm zu reinigendes Wasser und 596 l Reagenz zufliefsen und sonach in gleicher Zeit 8,596 cbm gereinigtes Wasser abfliefsen.

Von Zeit zu Zeit läfst sich die richtige Stellung der Hähne dadurch erkennen, dafs die Wasserspiegel in den Behältern *E* und *C* sich in bestimmten Zeitabschnitten um die dafür festgesetzten Höhen senken müssen.

Der Abflufs einer Reagenzbehälterfüllung währt, wie bereits erwähnt, 5 Stunden. Da die Bereitung der Reagenzflüssigkeit so geregelt ist, dafs unmittelbar nachdem ein Reagenzbehälter neu gefüllt ist, sofort mit dem Anrichten des Kalkwassers bezw. der Aetznatronlösung für den zweiten vorgegangen wird, so ist die Zeit für die Entleerung eines Reagenzbehälters mehr als ausreichend, um den leeren vorschriftsmäfsig zu füllen und den Reinigungsvorgang ohne Unterbrechung durchzuführen.

Die täglich bei 205 cbm gereinigten Wassers theils an den Böden der Klärcylinder *H, J, K*, theils im Filter des letzten Klärcylinders sich absetzenden Niederschläge haben ein Gewicht von rd. 100 kg. Diese Ausscheidungen sind dadurch zu beseitigen, dafs einerseits, wie bereits bemerkt, allwöchentlich einmal der am Boden abgelagerte Schlamm durch die Ablafshähne in den Klärcylindern abgelassen wird, und andererseits die Filter in dem letzten Klärcylinder alle drei Wochen einmal erneuert werden. Die zu den Filtern verwendete Holzwolle wird nach erfolgtem Waschen und Trocknen solange benutzt, als dieselbe genügende Durchlafsfähigkeit besitzt und die Holzfäden nicht zu kurz werden.

Die Bedienung der Wasserreinigungsanlage beschränkt sich, da der eigentliche Abscheidungs- und Klärungsvorgang sich selbstthätig vollzieht, nach vorstehendem auf die Anrichtung der Reagenzflüssigkeit und die alle drei Wochen zu bewirkende Erneuerung des Holzfilters.

Zum Anrichten eines Reagenzbehälters sind etwa $1^1/_2$ Arbeitsstunden und zur Erneuerung des Holzfilters einschliefslich des Waschens der Holzfasern etwa 14 Arbeitsstunden erforderlich. Da eine Reagenzbehälterfüllung auf 42,9 cbm und eine Erneuerung des Filters auf $205 \cdot 21 = 4305$ cbm entfallen, so sind an Bedienung auf je 1 cbm $\frac{14}{4305} \times \frac{1,5}{42,9} = 0,038$ Arbeitsstunden zu rechnen.

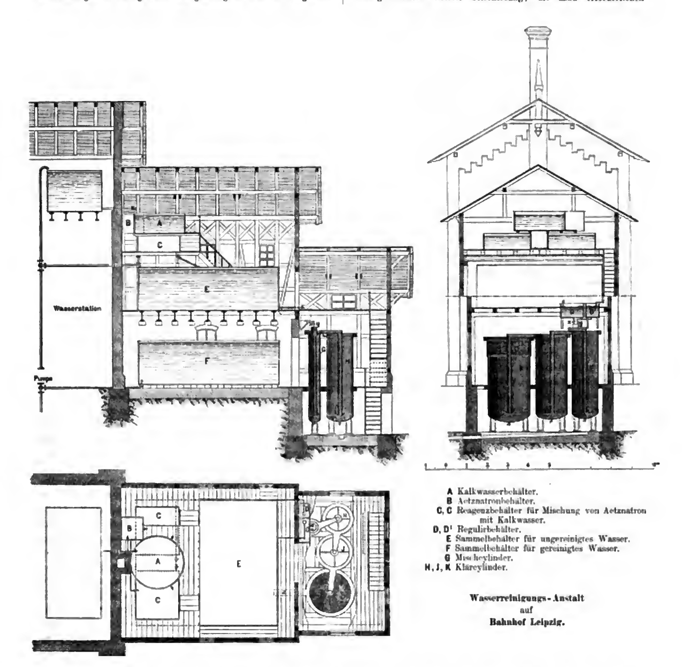
Die Kosten für die Errichtung der Reinigungsanlage haben sich wie folgt gestellt:

1.	Anbau der Wasserstation zur Unterbringung der Reinigungsvorrichtungen und Sammelbehälter	6 200 ℳ
2.	Zwei Sammelbehälter	5 600 „
3.	Die gesamten Reinigungsvorrichtungen einschl. der Leitungen und Zubehörstücke der Anrichtebehälter	4 500 „
	zusammen	16 300 ℳ

Die Reinigungskosten für 1 cbm Wasser betragen:

1.	0,170 kg 90% Aetznatron für 100 kg 19 ₰	3,23 ₰
2.	0,112 kg Kalkhydrat	0,02 „
2.	Bedienung 0,038 Arbeitsstunde zu 20 ₰	0,76 „
4.	Verzinsung und Tilgung des Anlagecapitals 5%	0,10 „
	zusammen	4,11 ₰

Die Ueberwachung der vorschriftsmäfsigen Durchführung des Reinigungsvorganges wird von dem beaufsichtigenden Beamten (Betriebswerkmeister) durch eine täglich einmal vorzunehmende Ermittlung des Härtegrades des gereinigten Wassers ausgeübt. Die geringste zu erreichende Härte beträgt 3,5 deutsche Härtegrade; die Reinigung wird noch als genügend erachtet, wenn die Härte bis zu 7 Grad beträgt. Die Feststellung der Härte erfolgt mittels titrirter Seifenlösung, die dazu erforderlichen



Wasserreinigungs-Anstalt auf Bahnhof Leipzig.

Vorrichtungen bestehen aus einer Schüttelflasche und einem sogenannten Hydrotimeter mit einer Theilung zur unmittelbaren Ablesung der Härtegrade. Man füllt das Schüttelgefäfs bis zum Theilstrich 40 mit dem zu untersuchenden Wasser, das Hydrotimeter bis 0 mit der titrirten Seifenlösung und tröpfelt aus letzterem so lange Seifenlösung ein, bis bei kräftigem Schütteln ein feiner etwa 5 mm hoher Schaum über dem zu untersuchenden Wasser stehen bleibt. Die Ablesung des Theilstriches, an welchem der Spiegel der Seifenlösung in dem Hydrotimeter steht, ergiebt dann die Härtegrade des Wassers.

Bork.

Die Zerstörung der Plehnendorfer Schleuse durch das Hochwasser vom April 1886 und die Wiederherstellung der Schleuse.

1. Darstellung der Verhältnisse, welche den Schleusenbruch veranlafst haben.

Seit dem Jahre 1860 wird danach gestrebt, die jährlich sich bildende Eisdecke des Weichselstromes auf der Strecke zwischen der Mündung bei Neufähr und der Abzweigung der Nogat bei Pieckel, d. i. auf der sogenannten „getheilten Weichsel" (Abb. 1) vor Eintritt des Eisganges in möglichster Breite aufzubrechen, sobald die Untersuchung der Eisdecke in der Winterlage das Vorhandensein gefährlicher Eisverpackungen auf genannter Stromstrecke ergeben hat. Diese Arbeit ist früher lediglich durch Anwendung von Pulver, in den Jahren 1879 und 1880 noch unter Hinzunahme von drei hölzernen Eisbrechschlitten ausgeführt worden. Im Jahre 1881 wurde gleichzeitig mit zwei solchen Eisbrechschlitten der erste Eisbrechdampfer in Betrieb gesetzt. Seit 1882 finden ausschliefslich Eisbrechdampfer bei Zertrümmerung der Eisdecke Verwendung. Der Zweck der Eisbrecharbeiten ist, den Eisgang aus der ungetheilten Weichsel, oberhalb Pieckel, in die getheilte Weichsel zu leiten und damit von der Nogat fern zu halten, welche wegen ihrer Mündung in das zur Zeit des Eisganges regelmäfsig noch mit einer starken Eisdecke versehene, ziemlich seichte Frische Haff nur zur Aufnahme geringer Eismassen befähigt ist.

Der Winter 1885/86 hatte dem Aufbruche der Eisdecke von der Weichselmündung bis zur Stromtheilung bei Pieckel ganz ungewöhnliche Schwierigkeiten bereitet. Die durchbrochene Eisdecke war nahezu eine einzige Stopfung gewesen, und wiederholt traten ernste Befürchtungen auf, dafs die drei seit 1881 beschafften Eisbrechdampfer „Weichsel", „Montau" und „Ossa" zur Zertrümmerung solcher Eismassen in der verhältnifsmäfsig kurzen verfügbaren Zeit nicht genügen würden. Die Eisdecke löste sich unter dem Drucke der Dampfer in einzelne Klumpen durcheinander geschobenen Schlamm-, Pack- und Kerneises bis 6 m Dicke auf, welche, in sich fest zusammenhaltend, langsam auf der Stromsohle zum Meere rollten, bezw. sich mitten im Strome festsetzten. Natürlich durften keine derartigen Eis- und Schlammklumpen im freigebrochenen Strome liegen bleiben und bald hatte man auch wirksame Mittel zur Auflösung derselben gefunden, wobei dann immer gewaltige Mengen dunkelbraunen Schlammeises aus der Tiefe an die Oberfläche des Stromes traten. Trotz dieser und zahlreicher anderer Schwierigkeiten, deren eingehendere Erörterung hier unterbleiben kann, da sie auf die Zerstörung der Schleuse am 2. April 1886 keinen Einflufs ausgeübt haben, war die ordnungsmäfsig aufzubrechende Stromstrecke von der Weichselmündung bei Neufähr bis oberhalb der Abzweigung des Nogatstromes bei Pieckel am 1. April desselben Jahres so vollständig zwischen den Ufern vom Eise befreit, wie es vorher noch niemals erreicht worden ist. Der Frühjahrseisgang trat bei Pieckel schon am 1. April, nachmittags $5^1/_2$ Uhr, ein und wurde vollständig von der getheilten Weichsel aufgenommen, während die Eisdecke des Weichsel-Nogat-Canales und der Nogat selbst in der Winterlage verblieb. Die Eisbrecharbeiten haben also auch im Jahre 1886 voll und ganz die erwartete Wirkung gehabt.

Am 1. April, kurz vor 12 Uhr nachts, erreichte der volle Eisgang die Mündung bei Neufähr und vollzog sich bis zum 2. April, nachmittags 1 Uhr, durch die Hauptmündung zwischen der Messina-Insel und den Einschränkungswerken am linksseitigen Ufer vollständig regelrecht (vergl. hier, wie zu den ferneren Erörterungen, den Lageplan *A* des Weichselstromes bei Neufähr, Abb. 2.) Allerdings liefs die Form der heruntertreibenden Eismassen darauf schliefsen, dafs auch im Stromlaufe oberhalb Pieckel die Eisdecke zum Theil aus Eis- und Schlammklumpen bestanden hatte, wie solche vorher beschrieben worden sind. Im Strome verhinderte aber der hohe Wasserstand, bei welchem sich der Eisgang vollzog, in der Mündung die ziemlich starke Brandung ein Festsetzen der gefährlichen Eisklumpen. Die Brandung löste nämlich das Untereis von dem Kerneise ab und ermöglichte dadurch ein Abtreiben der Schollen über die Barre. Um 1 Uhr nachmittags wurde plötzlich die Wahrnehmung gemacht, dafs das Eis bei Plehnendorf langsamer triebe, um $2^1/_2$ Uhr war die Mündung schon mit aufrecht stehenden Schollen vollständig verpackt und um 4 Uhr trat an der Plehnendorfer Schleuse bei 6,12 m am dortigen Pegel, d. i. 2,50 m über Mittelwasser, der Eisstand ein.

Dafs nach dreizehnstündigem, denkbar günstigstem Eisgange diese Stopfung sich bilden konnte, war vorzugsweise durch einen Umschlag in dem Verhalten der See herbeigeführt worden. Die vor der Mündung lagernde Barre hatte im Jahre 1885/86, auf Mittelwasser bezogen, nur eine gröfste Wassertiefe von 2,3 m. Zur Zeit des Dammbruches war der Wasserstand der See an der Mündung bei Neufähr noch um etwa 30 cm unter Mittelwasser gesunken. Trotzdem trieben alle Eisschollen gefahrlos in die See, solange diese lebhaft bewegt war und auf der Barre eine stärkere Brandung erzeugte. Am 2. April stillte sich die See ab, und es begannen einzelne Schollen mit starkem Untereise sich an der Barre festzulegen. Jetzt hätte noch ein starker Wasserdruck helfen können. Das Wasser stieg auch, fand aber sehr bald rechts und links vor der Barre Abflufs, ohne die mächtigen Eisschollen über die Untiefen zwischen dem östlichen Parallelwerk und der Messina-Insel, bezw. über die tieferen Stellen der linksseitigen Inseln mitreifsen zu können. Die Bewegung des Eises zwischen der Barre und den Inseln wurde merklich langsamer, das immer mehr nachdrängende Eis wühlte sich in die bereits festsitzenden Schollen ein, und bald sah man nur noch, wie sich hier und da gewaltige Eisberge aufthürmten, bis schliefslich die unheilbringende vollständige Ruhe eintrat. Diese Ruhe zu stören, war nicht möglich. Selbst Eisbrechdampfer sind nicht im Stande, im stillen Wasser Eismassen zum Abtreiben zu bringen. Sie verlieren zwischen denselben vollständig die Steuerfähigkeit und sind dann an solchen Stellen, wo sie, wie z. B. auf der Barre, in jedem Augenblicke auf Grund gerathen können, überhaupt nicht mehr verwendbar. Die Stopfung erweiterte sich stromauf im Laufe des 2. April noch bis zur Abzweigung der „Elbinger Weichsel", worauf letztere vorübergehend den ganzen Eisgang aus dem oberen Stromlaufe aufnahm.

2. Der Schleusendurchbruch.

Nach Eintritt der Stopfung an der Mündung stieg das Wasser im Strome sehr schnell und erreichte beim Stehenbleiben des Eises die vorerwähnte aufserordentliche Höhe von 6,12 m am Plehnendorfer Pegel. Damit war der bisher bekannte höchste Wasserstand an diesem Pegel, welchen die gefährliche Eisver-

setzung des Frühjahrs 1883 veranlafst hatte, noch um 14 cm überholt. Mit dem Weiterrücken der Stopfung stromauf erfolgte das nach dem Stehenbleiben des Eises unterhalb sonst stets eintretende Fallen des Wassers bei Plehnendorf nicht. Der Wasserstand von 6,12 m hielt vielmehr ohne merkbares Schwanken bis 7 Uhr abends an. Die Oberriegel der Schleusenthore ragten am 3. April nachmittags nur noch 15 cm, die Dämme zwischen Düne und Schleuse einerseits, wie zwischen Schleuse und dem Deiche des Danziger Werders andererseits, nur noch 40 bis 60 cm über dem Wasserspiegel hervor.



Abb. 1. Lageplan des Weichselstromes unterhalb Pieckel. 1:750000.

Um $4^1/_2$ Uhr meldete der Telegraph „grofse Gefahr" nach Danzig. — Solange sich das Wasser auf der Höhe von 6,12 m hielt, konnten die Schleusenthore nebst den daran schliefsenden Deichen allerdings mit Erfolg vertheidigt und eine Lösung der Stopfung durch das den Eisgang begleitende warme Frühjahrshochwasser, oder einen kräftigen Seegang abgewartet werden. Stieg das Wasser aber weiter, so war die im obigen Telegramm ausgesprochene Besorgnifs voll berechtigt. Sofort wurden Deiche und Schleuse in erhöhten Vertheidigungszustand gesetzt. Wenn später die Vertheidigung nicht im ganzen Umfange gelang, weil schliefslich der Wasserspiegel auf einzelnen Strecken des Danziger Werders die wehrbare Deichhöhe überstieg und die Schleusenthore so erheblich überfluthet und vom Eise bedrängt wurden, dafs sie für eine wirksame Absteifung nicht mehr zugänglich blieben, so hat diese Vertheidigung doch viel dazu beigetragen, dafs die Verheerungen bei Plehnendorf sich auf das geringe Mafs der weiterhin zu erörternden Durchbrüche beschränkten.

Der näheren Darstellung der Zerstörung der Plehnendorfer Schleuse mögen einige Angaben über letztere vorangehen. Die Schleuse ist aus der Veröffentlichung in der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrg. XII, S. 30 ff., und aus der Sammlung von Zeichnungen aus dem Gebiete der Wasserbaukunst, herausgegeben von Studirenden der Bauakademie zu Berlin, II. Theil, 1855, bekannt; es wird daher außer der hier beigefügten Abb. 3 nur die Angabe der wichtigsten Mafse zum weiteren besseren Verständnifs erforderlich sein. Im Jahre 1840, unmittelbar nach dem Dünendurchbruch bei Neufähr, ist die Schleuse aus Holz erbaut worden. Die lichte Weite in der Thorkammer beträgt 12,55 m. Jedes Haupt ist 23,85 m, die Schleusenkammer

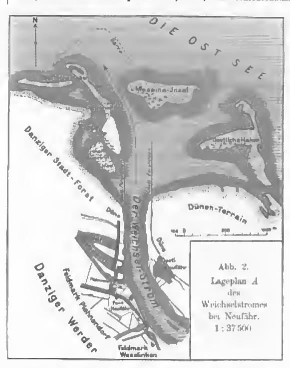


Abb. 2. Lageplan A des Weichselstromes bei Neufähr. 1:37500

39,55 m lang. Die ganz gleich construirten vier Thore sind je 7,61 m breit und 5,13 m hoch. Das Ein- bzw. Auslassen des Wassers geschieht in jedem Thore durch ein Schütz. Der Schleusendrempel liegt auf 1,25 m, das Schleusengelände (übereinstimmend mit Oberkante Holm auf den Stirnwänden der Häupter) auf 6,90 m am Plehnendorfer Pegel. Beim Eintritt des Grundeisganges wurden jährlich 13,6 m lange und 30/34 cm starke Dammbalken vor den Oberthoren eingelegt, was auch im Winter 1885/1886 ordnungsmäfsig geschehen ist. Die Dammbalken schlossen ziemlich dicht. Zwar stand zu beiden Seiten derselben bei geschlossenen Oberschützen das Wasser gleich hoch, die Dammbalken bogen sich aber bei einem Versuche, die Schleusenkammer behufs Entlastung der Oberthore zur Hälfte durch Oeffnen der oberen Schütze zu füllen, so bedeutend durch, dafs die letzteren, wollte man nicht auf die Benutzung der Dammbalken bei Vertheidigung der Schleuse verzichten, sofort wieder geschlossen werden mufsten.

Querschnitt durch ein Haupt die Schleusenkammer.

Abb. 3. Querschnitte der Plehnendorfer Schleuse.

Am 2. April um 7 Uhr abends begann infolge eines Bruches des rechtsseitigen Weichseldeiches der neuen Binnennehrung ein langsames Fallen des Wasserspiegels. Am 3. April

$1^1/_2$ Uhr nachts waren bereits 5,72 m am Plehnendorfer Pegel abgelesen worden, als plötzlich, offenbar nachdem die vorgenannte Niederung vollgelaufen war, schnelleres Steigen eintrat, sodafs eine Stunde später der Pegel wieder die Höhe vom 2. April nachmittags und um 4 Uhr früh sogar 6,34 m anzeigte. Die Oberthore wurden nunmehr 9 cm hoch überströmt und hatten einen Wasserdruck von rund 3 m auszuhalten. Zu dieser Zeit mufste die Vertheidigung der im Lageplane *A* (Abb. 2) mit *ab* bezeichneten Deichstrecke des Danziger Werders aufgegeben werden, da die immer mehr zunehmende Ueberfluthung derselben das Weiterarbeiten unmöglich machte. Um $4^1/_2$ Uhr früh am 3. April brachen plötzlich, ohne dafs vorher irgend ein darauf hindeutendes Geräusch vernommen worden ist, bei 6,40 m am Plehnendorfer Pegel die Oberthore und mit ihnen die Dammbalken. Bei der herrschenden Dunkelheit hat sich nicht feststellen lassen, in welcher Weise der Bruch dieser Thore erfolgte. Zweifellos sind aber durch das überfallende Wasser die im oberen Schleusenhalse zusammengeschobenen Eisschollen in Bewegung gekommen und haben die Dammbalken und Thore eingedrückt. Nunmehr vereinigte sich plötzlich der ganze Wasserdruck von 6,40 —3,36 (Unterwasserspiegel am Plehnendorfer Pegel) = 3,04 m auf die Unterthore. Dabei stieg das Wasser noch um 2 cm, sodafs die Thore nun schon 15 cm hoch überfluthet wurden. In der ersten halben Stunde hielten die Thore vollständig Stand, nur wurde durch losgelöste Eisstücke das eiserne Schutzgeländer des einen Thores heruntergerissen. Inzwischen war es so hell geworden, dafs jede Bewegung in den Thoren genau verfolgt werden konnte. Kurz nach 5 Uhr machten sich die ersten Anzeichen für den nahe bevorstehenden Bruch der Unterthore bemerkbar. Es sprangen nämlich einige Muttern von den Bolzen mit lautem Knalle ab, wodurch sich die eisernen Bänder, welche die Wende- und Schlagsäulen mit den Riegeln verbanden, lösten. Einige Minuten später war ein langsames Hinausdrängen des Oberriegels aus der Wendesäule des rechtsseitigen Thores zu bemerken; dann brach, wahrscheinlich infolge eines der heftigen Stöfse, welche die mächtige, in der Schleusenkammer während des Winters gebildete, ungetheilte Eisscholle in kurzen Zeitabständen gegen die Thore ausübte, die Wendesäule unmittelbar unter dem schon schadhaften Oberriegel durch. Der hierdurch zerstörte Thorflügel stürzte ins Wasser, während der linksseitige Thorflügel platt gegen die Thorkammerwand schlug. Hierbei wurde die untere Hälfte derselben zertrümmert. Der Plehnendorfer Pegel war in diesem Augenblick, am 3. April um 5 Uhr 15 Minuten früh, auf 6,43 m gestiegen. Inzwischen hatte das auf der vorerwähnten Deichstrecke *ab* überfallende Wasser den Deich an vier Stellen durchbrochen und begann nach und nach den tiefgelegensten Theil des Danziger Werders unter Wasser zu setzen. Trotz dieser — im ganzen fünf — Abflufsöffnungen hielt der Wasserstand sich zunächst noch einige Stunden auf 6,43 m, stieg dann sehr langsam und begann erst abzufallen, als am 3. April, vormittags zwischen 8 und 9 Uhr, bei 6,44 m die grofse Eisstopfung in östlicher Richtung zwischen der Messina-Insel und dem östlichen Haken durchbrach und sofort auf ganzer Länge in Bewegung kam. Um 10 Uhr vormittags konnten am Plehnendorfer Pegel schon 5,50 m Wasserstand abgelesen werden.

Während vorher durch die Schleuse nur Wasser eingeströmt war, drangen nach Lösung der Eisstopfung auch bedeutende Eismassen durch dieselbe und den Schleusencanal in die todte Weichsel ein. Der Lageplan *B*, Abb. 4, der todten Weichsel von Plehnendorf bis unterhalb Krakauer-Kampe veranschaulicht deutlich den Unterschied in den Profilbreiten der Schleuse, des Schleusencanales und der todten Weichsel. Naturgemäfs mufste beim Austritt der Eismassen aus dem Schleusencanale in das breite Profil *cd* sofort eine bedeutende Verlangsamung in der Bewegung des Wassers und des Eises eintreten. Letzteres breitete sich zunächst über die ganze Wasseroberfläche zwischen beiden Ufern aus und schob sich dann, bei dem geringen Gefälle sehr langsam dem Drucke des von oben nachdrängenden Eises weichend, nach der Krakauer-Kampe zu vor. Dort findet wieder eine so erhebliche Profilerweiterung statt, dafs die Eisschollen, unterstützt durch den Widerstand vorgeschobener Holztraften, schon um $10^1/_2$ Uhr vormittags an dieser Kampe zum Stehen kamen. In der Erkenntnifs, dafs diese Stopfung für den Danziger Hafen von grofsem Vortheil sein müsse, wurde auf Anregung des nächstbetheiligten Holzlagerbesitzers oberhalb Krakauer-Kampe bei Siegeskranz durch Einrammen von 126 Stück 8 m langer Pfähle in die mit Eisschollen durchsetzten Traften der Widerstand noch vermehrt, welchen die auf natürlichem Wege entstandene Stopfung dem von oben nachdrängenden Eise an dieser Stelle schon bot. Bald reihte sich Scholle an Scholle, und noch am 3. April, im Laufe des Vormittags, hatte sich eine feste Stopfung von Siegeskranz bis zum Weichselstrome vor der Schleuse ausgebildet, die sofort von Fufsgängern betreten werden konnte. Als die Wassermassen von der Höhe von 6,44 m am Plehnendorfer Pegel herabstürzten, betrug der Spiegelunterschied zwischen Ober- und Unterwasser rund 3 m. Von diesem Gefälle nahm die Schleuse mit dem Canal etwa zwei Drittel auf, sodafs nur 1 m Gefälle für die todte Weichsel von der Ausmündung des Schleusencanales bis Neufahrwasser, d. i. für 16 km, übrig blieb. Thatsächlich ist auch nur bald nach erfolgtem Bruche der Unterthore eine stärkere Strömung in der todten Weichsel bei Danzig beobachtet worden, welche lose Holzstücke und kleine Handkähne vom Ufer forttrieb. Als der Wasserstand am Plehnendorfer Pegel auf 5,5 m gefallen war, ermäfsigte sich das Gefälle auf 2,1 m, wovon auf die Schleuse etwa 1,2 m, auf den Canal 0,6 m, und auf die todte Weichsel 0,3 m entfielen.

3. Die Vertheidigung der Schleuse und ihr Verbau.

Der durch den Schleusenbruch am Morgen des 3. April herbeigeführte Schaden war gegen Mittag desselben Tages schon in der Hauptsache zu übersehen. Die Schleuse stand stark beschädigt und ihrer vier Thore beraubt, in den Häuptern aber noch fest da; in der todten Weichsel lag eine Anzahl Traften, vom Eise durch- und übereinander geschoben, und vereinzelte Stücke Holz sind sogar in die See vertrieben worden; ein kleiner Theil des Danziger Werders lag unter Wasser, ohne dafs dadurch die betreffenden Ländereien erheblich beschädigt worden sind; schliefslich war die Deichstrecke *ab* des Danziger Werders an vier Stellen durchrissen und stark verwüstet. Die Brüche auf letztgenannter Deichstrecke erwiesen sich indes als wenig tief und wurden bis zum 5. April nachmittags geschlossen. Nur an der Schleuse bestand noch die grofse Gefahr, dafs die Häupter nachstürzen und alsdann die Hochwasser- und Eismassen durch ein breites Profil in die todte Weichsel einströmen würden. Dann allerdings konnte der Schaden ein unermefslicher werden. (Es sei noch bemerkt, dafs hier nur derjenigen Beschädigungen gedacht worden ist, welche der Eisgang vom April 1886 der Plehnendorfer Schleuse und den unmittelbar daran-

stofsenden Deichstrecken zugefügt hat. Aufserdem ist noch, wie oben bereits erwähnt, die ganze neue Binnennehrung untergelaufen und zum Theil versandet.) In der todten Weichsel lagen zur Zeit des Schleusenbruches 141 grofse Seeschiffe, zwei Kaiserliche Kriegsschiffe und eine grofse Anzahl kleiner Dampfer, Bagger usw. der Kaiserlichen Marine, 296 Stromfahrzeuge aufser zahlreichen kleinen Lommen und Handkähnen, 40 Privat-Dampfboote, 25 grofse Bordings, das gesamte schwimmende Inventar der Königl. Hafenbauinspection Neufahrwasser, sowie ein grofser Theil desjenigen der Wasserbauinspection Dirschau, und Holztraften im Werthe von etwa 10 000 000 ℳ. Hätte sich die Weichsel bei dem hohen Wasserstande von 5,50 m am Plehnendorfer Pegel, bezw. auch nur bei einem solchen von 5 m in voller Breite in ihr altes Bett ergossen, dann wäre von den oben erwähnten Fahrzeugen und Traften voraussichtlich eine grofse Anzahl beschädigt, vertrieben oder versandet worden. Weitere Beschädigungen waren für die Danziger Privatwerften und die Anlagen des Hafens von Neufahrwasser zu befürchten. Es kam also darauf an, unter allen Umständen eine Erweiterung des Einflufsprofiles in der Schleuse zu verhüten. Dieser Zweck sollte erreicht werden: 1. durch Vertheidigung der vier äufseren Flügelwände der Häupter und 2. durch gleichzeitigen Verbau der Schleuse, der, sobald er gelang, allerdings auch die weitere Vertheidigung der Häupter unnöthig werden liefs.

Abb. 4.
Lageplan *B*
der todten Weichsel
von der Plehnendorfer Schleuse
bis Krakauer-Kampe.
1 : 37 500.

Blieb auch die durch den engen Schleusenquerschnitt eindringende Wassermasse dem Holzlager und den Schiffen in der todten Weichsel ganz unschädlich, so griff die starke Strömung in der Schleuse diese selbst in so bedenklichem Mafse an, dafs ein Abstellen dieser Strömung für das Erhalten der Schleuse als unumgänglich nöthig erkannt wurde. Für diese Arbeiten mangelte es der Bauverwaltung an Arbeitskräften, da die im Danziger Werder wohnenden Wasserarbeiter durch den Schlufs der Deichbrüche und das Bergen ihres Viehes usw. voll in Anspruch genommen wurden und die Arbeiter vom rechten Weichselufer (Bohnsack, Neufähr u. a. O.) nicht über den Strom konnten. Es erging daher seitens des Chefs der Strombauverwaltung an die Commandantur in Danzig das Ersuchen, Militär zur Unterstützung der Bauverwaltung nach Plehnendorf zu senden. Diesem Ansuchen wurde sofort bereitwilligst entsprochen. Schon am 3. April, mittags 12 Uhr, trafen zunächst zur Ausführung der eigentlichen Wasserarbeiten Pioniere, sodann zu den weiteren Arbeiten, besonders dem Füllen von Sandsäcken, auch Infanteristen in Plehnendorf ein, welche unter stetiger Zuziehung von Ablösungsmannschaften solange an der Schleuse verblieben, bis es vom 5. April früh ab der Bauverwaltung möglich wurde, nach und nach die erforderliche Anzahl fremder Arbeiter anzuwerben. Am 7. April rückten die letzten Militärmannschaften von Plehnendorf ab. Es mag hier noch erwähnt werden, dafs am 2. April abends schon vom Deichverbande des Danziger Werders Militär erbeten worden war, und dafs von diesem auch die Königl. Bauverwaltung bei Vertheidigung der Schleusenthore wesentlich unterstützt worden ist. Die Leitung der Vertheidigungsarbeiten an den Schleusenhäuptern war den zu diesem Zwecke nach Plehnendorf entsandten Baubeamten, die Leitung der Arbeiten zum Verbau der Schleuse dem commandoführenden Officier zugefallen. Selbstverständlich fand aber, wo erforderlich, stets die kräftigste gegenseitige Unterstützung statt.

Der nächstliegende Gedanke, die beschädigte Schleuse durch regelrechte Fangedämme abzuschliefsen, war anfangs nicht durchführbar, da auf einen Bestand der Eisstopfung zwischen Siegeskranz und Plehnendorf bei der Wärme des Frühjahrshochwassers nicht gerechnet werden konnte. Zweifellos mufste die Stopfung sogar in kürzester Zeit merklich zusammenrücken und damit neuen Eismassen die Möglichkeit geben, aus dem Strome in die Schleuse einzudringen. Solange aber Eis von der im ersten Abschnitte beschriebenen Mächtigkeit und mit der durch das starke Gefälle hervorgerufenen Geschwindigkeit durch den Canal trieb, war ein Rammen von Pfählen zu Fangedämmen nicht möglich. Der Verbau der Schleuse mufste daher zunächst in anderer Weise angebahnt werden. Der erste Versuch, dieses Ziel zu erreichen, bestand darin, dafs aus 35 bis 45 cm im Geviert starken, etwa 14 m langen Balken, welche einem Holzlager unmittelbar neben der Schleuse entnommen werden konnten, eine doppelte Schutzwand vor bezw. in dem Oberhaupte der Schleuse hergestellt werden sollte. Die geeigneten Stützpunkte boten für die vordere Wand die Eckpfosten der äufseren Flügelwände, für die hintere Wand die Dammbalkenfalze. Mit der Aufstellung der vorderen Wand wurde am 3. April gegen 2 Uhr nachmittags begonnen, und es gelang noch bis zu den ersten Morgenstunden des 4. April, von dem etwa 4 m tiefen Querschnitte des Wassereinlaufes die oberen 2,4 m zu verbauen. Die Aufführung der hinteren Wand mufste schon nach wenigen Versuchen als aussichtslos fallen gelassen werden, weil das unter der oberen Wand mit grofser Gewalt durchstofsende, mit starken Eisschollen durchsetzte Wasser jeden vorgelegten Balken sofort mitten durchbrach.

Das schon früher erwähnte Aufthauen der Stopfung zwischen der Schleuse und Siegeskranz erfolgte thatsächlich so schnell, dafs am 3. April abends die Schleuse selbst, am 4. April früh bereits der ganze Schleusencanal eisfrei war. Der Eisgang auf der Weichsel nahm am 4. April von Mitternacht ab noch zu und sandte mit der fortschreitenden Auflösung der Stopfung immer häufiger, namentlich tiefschwimmende Schollen in die Schleuse. Diesem fortwährenden Angriffe hielt auch die vordere Wand nicht lange Stand, und schon um 9 Uhr vormittags, am 4. April, war dieselbe bis auf einige obere, ziem-

lich einflufslose Balken fortgerissen. Ohne Zweifel hat die obere Wand trotz der kurzen Dauer ihrer Wirksamkeit eine grofse Anzahl Schollen von der todten Weichsel fern gehalten.

Als auch gegen Mittag desselben Tages noch immer Eis in grofser Menge und bedeutender Stärke im Strome heruntertrieb und schon wiederholt im Oberhaupte losgerissene Dielen aus der Tiefe aufgeschwommen waren, die Beschädigung der äufseren Flügelwände auch einen immer gröfseren Umfang annahm, wurde noch ein zweiter Versuch angestellt, die Schleuse möglichst schnell zu schliefsen. Man entnahm aus dem in der Nähe der letzteren befindlichen Parke des staatlichen Dampfbaggers „Plehnendorf" drei alte hölzerne Prähme, schaffte dieselben über Land nach der Schleusenkammer und legte sie dort, wie aus dem Lageplane der Plehnendorfer Schleuse, Abb. 5, ersichtlich, alle drei nebeneinander fest. Sodann wurden vom Lande aus mit thunlichster Beschleunigung Steine und gefüllte Sandsäcke in diese Fahrzeuge geschafft. Plötzlich sank der Prahm *m* auf den Grund. Durch den Druck des dem versunkenen Prahme nachstürzenden Wassers wurde der Prahm *n* gerade auf den Prahm *m* und demnächst auch der Prahm *o* auf den Prahm *n* geworfen. Wenn die drei Prähme nun auch nicht mehr die ihrer Bestimmung, das Fundament für einen Querdamm aus Sandsäcken und Steinen zu bilden, entsprechende Verwendung finden konnten, so verursachten sie immerhin eine Verringerung des Durchflufsprofiles in der Schleuse. Es mufs indes hervorgehoben werden, dafs sowohl beim Vorlegen der Balkenwände, als auch beim Versenken der Prähme von keinem der Betheiligten verkannt worden ist, dafs ein Erfolg bei beiden Mafsnahmen sehr zweifelhaft sei. Für die ersten Arbeiten nach Durchbruch der Schleusenthore war aber nicht die Frage zu entscheiden, wie und mit welchem Material verschliefst man die Schleuse am besten, sondern diejenige, wie kann man die in unmittelbarer Nähe der Schleuse befindlichen Materialien und Geräthschaften zum schnellen Schlusse derselben verwerthen. Die Absicht, die Schleuse während des Eisganges zu verbauen, zumal letzterer nach Meldungen aus dem oberen Stromgebiet bald sein Ende erreichen mufste, wurde nunmehr vorläufig aufgegeben, und alle verfügbaren Mannschaften und Materialien wurden für den Schutz der äufseren vier Flügelwände der Häupter verwandt. Sehr bald nach Auflösung der Eisstopfung in der Schleuse zeigten sich gefährliche Vertiefungen an den äufseren Flügelwänden des Unterhauptes; auch wurde zu beiden Seiten das angrenzende Ufer bis zu den in Abb. 5 punktirt eingetragenen Linien fortgerissen. Einzelne Pfähle der Unterhäupter hingen nur noch mit den Zapfen im Holme, während die Spitzen nicht mehr in den Boden reichten. Aehnliche Auskolkungen traten wiederholt und fast stets plötzlich in den äufseren Flügelwänden des Oberhauptes ein. Die linke Schleusenkammerwand wich in halber Länge nach der Schleusenachse zu um 1,50 m aus und drohte einzustürzen. Wenn sich nun auch die Gefährlichkeit eines möglichen Durchbruches des Weichselstromes nach dem Danziger Hafen mit dem nach und nach abfallenden Wasser und dem abnehmenden Eisgange sehr verringerte, so mufste doch danach gestrebt werden, die Schleuse möglichst unverletzt zu erhalten, damit dem Danziger Handel dieses wichtige Verkehrsmittel so schnell, als irgend angänglich, wieder benutzbar gemacht werden könne. Es gelang schliefslich infolge reichlicher Zufuhr von Steinen, Sandsäcken und Pfählen aus dem nahen Danzig, die Schleusenhäupter im unteren Theile unversehrt zu erhalten und die linke Schleusenkammerwand in der vorher beschriebenen Ausbiegung durch Steinpackungen und Versteifung gegen die gegenüberliegende Kammerwand zu behaupten. Allerdings mufste Tag und Nacht gearbeitet werden, in der Nacht bei elektrischer Beleuchtung, welche die im Plehnendorfer Hafen liegenden Eisbrechdampfer lieferten.

Am 5. April war der Strom endlich soweit eisfrei, dafs mit dem Bau eines Fangedammes begonnen werden konnte. Die Ausführung desselben machte Schwierigkeiten, weil der Fangedamm im vollen Strome erbaut werden mufste und letzteren abzuschneiden bestimmt war. Es handelte sich dabei eigentlich um eine „Stromdurchdämmung", zu deren Herstellung das hier sonst gebräuchliche Faschinenmaterial nicht in ausreichendem Mafse zu Gebote stand. Die geeignetste Stelle hierfür war im Canale unterhalb der Schleuse zu suchen und zwar einerseits, um das Trockenlegen der Baugrube nicht unnöthig zu erschweren, möglichst nahe am Unterhaupt, andererseits, um nur mit handlichen, 7 bis 8 m langen Pfählen und aufserhalb der Strudelbildung des aus der Schleuse herausstürzenden Wassers arbeiten zu können, möglichst weit von dieser entfernt. Es wurde der Querschnitt *DE* (Abb. 5) als derjenige ermittelt, welcher beiden Anforderungen namentlich auch deshalb am besten entsprach, weil hier das Strombett aus ziemlich festem Thon bestand. Dieser Querschnitt hatte bei etwa zweifacher Böschungsanlage der Ufer eine gleichmäfsige Tiefe von 3 m. Die zu beiden Seiten des Canales die Ufer einfassenden Faschinen-Deckwerke wurden in angemessener Länge beseitigt und auf dem Canale durch Verankern einiger Holztraften aus 370 Stück Mauerlatten von Ufer zu Ufer ein Uebergang und ein geeignetes Arbeitsfeld geschaffen. Um die ohnehin schon ziemlich sichere Sohle noch mehr gegen Auskolkungen zu schützen, gelangte zunächst eine durchschnittlich 10 m breite Durchlage aus 1 m hohen, 0,70 m breiten Säcken, welche zu $^2/_3$ mit Sand gefüllt wurden, zur Ausführung, wie aus dem Querschnitt des Fangedammes in Abb. 6 ersichtlich ist. Das Verstürzen der Säcke konnte von den Traften aus sehr genau bewirkt werden. Trotz dieser Ausdeckung der Sohle vertiefte sich dieselbe durchschnittlich um 1 m und kam erst zur Ruhe, nachdem noch weitere Sandsackschichten verlegt waren. Gleichzeitig mit der Herstellung des Grundbettes (Durchlage) wurde mit vier Zugrammen das Einschlagen der erforderlichen 64 Pfähle in Abständen von 1 m von Mitte zu Mitte begonnen und nach achtundvierzigstündiger, ununterbrochener Thätigkeit beendet. Zu dieser Arbeit wurden nur erfahrene Zimmerleute und Wasserarbeiter verwendet, da namentlich die Nachtarbeit auf dem schwankenden und zahlreiche Lücken enthaltenden Flofse sehr gefährlich war. Die Beleuchtung wurde durch grofse Feuer an beiden Ufern und Petroleumfackeln bewirkt, da das elektrische Licht der Eisbrechdampfer aus dem Hafen wegen der Höhe des Canalufers die Baustelle nicht erreichte. Nachdem alle Pfähle gerammt, verriegelt und verzangt waren, bot der übrige Ausbau des Fangedammes bis zur Höhe von 3,50 m am Plehnendorfer Pegel (Wasserstand der todten Weichsel) keine nennenswerthen Schwierigkeiten, zumal es gelang, am 6. April, als das Oberwasser auf 4,20 m gefallen war und das Eistreiben auf dem Strome vollständig aufgehört hatte, zur Erleichterung der Fangedammarbeiten durch ein Nadelwehr im oberen Schleusenhaupte den Einlauf des Wassers in die todte Weichsel abzuschliefsen. Den unteren Stützpunkt für die Nadeln bot der Drempel des Ober-

hauptes, den oberen ein zu diesem Zwecke hergestelltes Sprengewerk, welches, durch sechs eiserne 30 mm starke Stangen an fünf etwa 34 bis 38 cm starken, quer über die Schleuse gelegten Balken aufgehängt, sich mit den Enden des Spannbalkens gegen

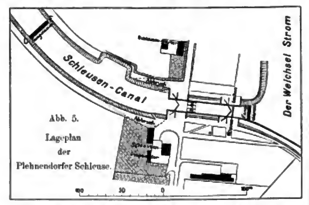


Abb. 5. Lageplan der Plehnendorfer Schleuse.

die vortretenden Hinterwände der Wendenischen stützte und ungefähr der Form des Drempels entsprach. Abb. 7. veranschaulicht die Construction des Nadelwehrs in allen Theilen. Der Verband der $^{33}/_{31}$ cm starken Hölzer wurde durch kräftige eiserne Bolzen und Bänder verstärkt und einem Aufkippen des Sprengewerkes wirksam durch hölzerne Steifen zwischen den Tragebalken und dem Sprengewerk vorgebeugt. Die Strombauverwaltung ersuchte nun die Wasserbauinspection Bromberg um einen geschickten Nadelsetzer, welcher am 7. April in Plehnendorf eintraf und mittels 125 Nadeln von $^{10}/_{12}$ cm gleichmäfsiger Stärke und 4,2 m Länge bis zum 8. April vormittags den Thorkammerquerschnitt verstellte. Die Durchbiegung des Spannbalkens betrug bei der stärksten Beanspruchung 15 mm.

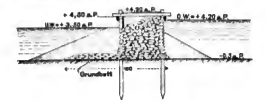


Abb. 6. Querschnitt durch den unteren Fangedamm.
(Grundbett und Kern bestehen aus Sandsäcken, Vorschüttungen aus leichtem Sandboden.)

Das Nadelwehr liefs nur wenig Wasser durch, sodafs eine kaum merkliche Strömung in der Schleuse und im Canale verblieb. Der untere Fangedamm hatte inzwischen den Wasserspiegel des Unterwassers überschritten, wodurch sich der jetzt noch im ganzen 4,20 — 3,50 = 0,70 m betragende Stau allmählich mehr und mehr vom Nadelwehr nach dem Fangedamme verschob. Als der Stau am Nadelwehr nur noch 15 cm betrug, schwammen sämtliche Nadeln auf. Der Fangedamm lag unmittelbar vorher in der Mitte auf 12 m Länge noch 1 m unter Oberwasserspiegel, nach den Ufern zu aber bereits in Höhe dieses Wasserspiegels. Der plötzliche Stauzuwachs um 15 cm beim Aufschwimmen des Nadelwehrs verursachte wiederum ein Ueberfluthen fast des ganzen Dammes. Nun mufste alle Kraft daran gesetzt werden, den Verbau zum Schlusse zu bringen. Mit äufserster Anstrengung aller Arbeiter wurden Senkfaschinen, Steine und Bündel von 3 bis 5 zusammengeschnürten Sandsäcken so schnell als möglich auf den Fangedamm aufgeworfen, bis derselbe um 2 Uhr nachmittags am 9. April nicht mehr überströmt wurde. Hiermit war der Fangedamm aber noch nicht fertig. Starke Arbeiterabtheilungen mufsten sofort mit dem Verschütten von Erde im Oberwasser beginnen, und es erforderte noch die angestrengteste Arbeit mehrerer Tage, bis der Damm vollkommen dicht war. Da später nach Trockenlegung der Baugrube der Wasserdruck vom Unterwasser herkam, wurde auch auf dieser Seite eine flache Böschung theils durch Auswurf von Baggergut, theils durch Verstürzen herangekarrter Erde vom Fangedamme aus hergestellt. Trotzdem ist eine ununterbrochene Wachsamkeit und ein fortwährendes Nachschütten von Erde erforderlich gewesen, um die während der Wiederherstellung der Schleuse fast täglich und namentlich in den untersten Sandsackschichten eingetretenen gröfseren und kleineren Durchrisse im Keime zu ersticken.

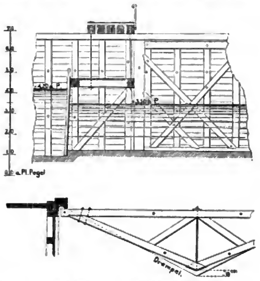


Abb. 7. Schnitt und obere Aufsicht des Nadelwehrs. 1:150.

4. Die Wiederherstellung der Schleuse und der dazu gehörigen Anlagen.

Noch am 9. April wurden die Vorbereitungen zum Bau des oberen Fangedammes getroffen. Am 10. April begann das Einschlagen der Pfähle mittels zweier Kunstrammen, am 12. konnten noch zwei Zugrammen zum Eintreiben der Stülpwände aufgestellt werden. Die Construction des oberen Fangedammes entsprach genau der allgemein üblichen. An drei inneren Führungsbohlen, deren Befestigung unter Wasser durch einen Taucher geschah, wurden neben jeder der beiden Pfahlreihen 8 cm starke Bohlen in 10 cm lichtem Abstande von einander eingerammt. Die Lücken erhielten eine Deckung aus 5 cm starken, vorgerammten Dielen. Oben in 4,50 m Höhe befand sich an jeder Pfahlreihe ein äufserer Brustriegel. Beide Brustriegel waren durch Zangen in 1,5 m gegenseitiger Entfernung mit einander verbunden. Leider wurde der Fangedamm zufällig genau auf dieselbe Stelle gesetzt, auf welcher in früheren Jahren ein zum Theil mit Strauch und Steinen ausgefüllter Fangedamm gestanden hatte, oder stärkere Sohlenbefestigungen ausgeführt worden waren. Aus diesem Grunde wichen die Bohlen der Stülpwand vielfach unter den Rammen seitlich aus, sodafs sich schliefslich, namentlich in den während der Nachtstunden ausgeführten Theilen, erhebliche Lücken vorfanden. Ein Taucher

bemühte sich zwar, diese durch Sandsäcke zu verstopfen, es blieben aber immer noch soviel Oeffnungen, dafs es auch bei diesem Fangedamme schliefslich und vornehmlich, um Zeit zu gewinnen, als nothwendig erkannt wurde, je eine Lage Sandsäcke gegen die Stülpwand zu legen und dann erst den mittleren Kern aus Erde einzubauen. Am 16. April nachmittags war der Fangedamm fertig. Nun hiefs es, die mächtige, durchschnittlich 3,0 m tiefe Baugrube auszupumpen. Zunächst wurden drei für diesen Zweck besonders angefertigte Blechheber von 15 cm Rohrdurchmesser auf dem unteren Fangedamme zur Wirkung gebracht und mittels dieser im Laufe der Nacht von dem ganzen, 70 cm betragenden Höhenunterschiede zwischen Ober- und Unterwasser 57 cm abgelassen. Dann wurden drei Centrifugalpumpen von 200 mm Saug- und Druckrohrdurchmesser eingestellt, welche schliefslich noch mit Hülfe des vier Schläuche von je 80 mm Durchmesser führenden Pumpenschiffes „Berger" der Firma J. W. Klawitter in Danzig die Baugrube bis zum 23. April trocken legten.

Bis dahin konnte für die Wiederherstellung der Schleuse nur der Neubau von vier Thoren in Angriff genommen werden, denn fast alle Beschädigungen waren im unteren Theile der Schleuse entstanden, bezw. nur von unten aus zu beseitigen möglich. Gleichzeitig mit dem Bau der Fangedämme und dem späteren Auspumpen des umschlossenen Bassins erfolgte ein allmähliches Abgraben der Schleusenwände bis auf 0,50 m unter Drempelhöhe. Es geschah dieses sowohl, um die Schleusenwände auch von der inneren Seite eingehend zu untersuchen, als auch, um dieselben während der Ausbesserung vom Erddrucke zu entlasten. Bei der Untersuchung zeigte es sich, dafs die Schleuse in ihren Hauptconstructionstheilen erheblichen Schaden erlitten hatte. Da aufserdem die Anlagen zum hochwasserfreien Abschlusse des Danziger Hafens zwischen den Deichen des Danziger Werders und der Düne nunmehr um etwa 1,0 m erhöht werden mufsten, nachdem der höchste Wasserstand von 1883 den bis dahin bekannten höchsten um 0,65 m und der höchste Wasserstand vom Jahre 1886 wiederum denjenigen von 1883 um 0,46 m überstiegen hatte, so wurde beschlossen, die alte Schleuse nur für den Betrieb von 1 bis 2 Jahren auszubessern und in deren unmittelbarer Nähe mit möglichster Beschleunigung eine neue Schleuse zu erbauen.

Die erforderlichen Wiederherstellungsarbeiten an der alten Schleuse bestanden im wesentlichen: 1. im Anbringen von vier neuen Thoren; 2. im Ausbessern und theilweisen Erneuern des Schleusenbodens, wie aller vortretenden Ständer und Reibehölzer in bezw. vor den Wänden des Ober- und Unterhauptes; 3. in der Instandsetzung der umgedrückten linken Schleusenkammerwand; 4. in der Ausfüllung und Abdeckung der über 2 m tief ausgekolkten Schleusenkammersohle, und 5. in der Wiederherstellung beider Canalufer unterhalb und oberhalb der Schleuse zwischen den Fangedämmen. Alle diese Arbeiten, wie die vorbeschriebenen Fangedämme wurden von der Verwaltung selbst ausgeführt; sie erlitten, wenn die Witterung es irgend gestattete, auch in der Nacht keine Unterbrechung. Am 29. April waren die Thore einschliefslich des Eisenbeschlages fertig und konnten auf Rollen in die Schleuse geschafft werden. Am 4. Mai waren alle vier Thore ordnungsmäfsig eingehängt. Dieselben entsprachen genau den alten Thoren, nur erhielten sie je zwei Schütze, um einen schnelleren Ausgleich der Wasserstände zu erzielen.

Von den übrigen Wiederherstellungsarbeiten läfst nur die unter 3. aufgeführte eine eingehende Besprechung angezeigt erscheinen. Die Pfahlköpfe der linken Schleusenkammerwand bildeten, nachdem der mehrfach durchbrochene Holm abgenommen war, eine krumme, von den Häuptern nach der Mitte der Schleuse zu mehr und mehr heraustretende Linie, deren Pfeil 1,50 m betrug. Sämtliche Ankerstangen waren gerissen, sodafs ein vollständiger Umsturz der Wand zweifellos nur durch die vorerwähnten Absteifungen und Steinverpackungen verhindert worden ist. Es wurden nun alle Pfähle in Wasserspiegelhöhe der Baugrube (rund 1 m am Plehnendorfer Pegel) abgeschnitten, und es gelang, den in dieser Höhe noch immer 0,95 m betragenden Ausschlag der mittelsten Pfähle durch Anziehen an neuen Ankern auf 0,50 m zu ermäfsigen. Auf die Pfähle wurde eine neue Wand gesetzt, deren oberen Abschlufs ein gerader Holm bildete. Allerdings behielt die Schleusenkammerwand nun eine Ausbauchung von höchstens 50 cm in Sohlenhöhe; es hat sich diese aber weder für die Schiffe, noch für die Traften als gefährlich erwiesen, zumal unmittelbar unterhalb des oberen Holmes ein starker Brustriegel längs der ganzen Kammerwand angebracht worden ist. Zu sehen war nach Füllung der Schleuse nur der gerade obere Holm. Die Sohle der Schleusenkammer ist nach vollständiger Ausfüllung bis zur Höhe des oberen Vorbodens mittels Faschinen abgedeckt worden, welche durch Steine am Aufschwimmen verhindert werden. Am 7. Mai waren die Wiederherstellungsarbeiten 1 bis 5 soweit fertig, dafs das Wasser wieder in die Schleuse eingelassen, und mit Beseitigung der Fangedämme begonnen werden konnte. Zwei kleinere Dampfbagger, „Beckmesser" und „Plehnendorf", erhielten den Auftrag, die Erdvorschüttungen neben den Fangedämmen, wie einzelne störende Sandablagerungen im Schleusencanale fortzuschaffen, während der Seebagger „Hummer" von der Hafenbauinspection Neufahrwasser, welcher mit einer kräftigen Vorrichtung zum Ausziehen von Pfählen versehen ist, die beiden Fangedämme forträumte. Am 10. Mai abends 7 Uhr konnte die Schleuse dem Verkehr übergeben werden. Es hatte somit die Wiederherstellung derselben, einschliefslich Abfangens und Leerpumpens der Baugrube, Beseitigung der Fangedämme und Ausbau der Ufer zwischen dem Unterhaupte und dem unteren Fangedamme nach Abzug des Charfreitags und des Ostersonntags, an welchen Tagen nicht gearbeitet wurde, nur 34 Arbeitstage erfordert. Die Gesamtkosten der Vertheidigungs- und Wiederherstellungsarbeiten, wie die Kosten für die im nächsten Abschnitte zu beschreibenden Einrichtungen zur Förderung der Schiffahrt von Plehnendorf über See nach Neufahrwasser, erforderten einen Aufwand von 93 495,86 Mark.

5. Die Vermittlung des Verkehrs der Stromfahrzeuge über See zwischen Plehnendorf und Neufahrwasser.

Infolge der ungewöhnlich langen Unterbrechung der Schiffahrt im Winter 1885/86 lag wohl eine gröfsere Anzahl beladener Segelschiffe in Russisch-Polen beim Aufbruche der Eisdecke zur Thalfahrt fertig gerüstet, als sonst. Ein bedeutender Theil dieser Fahrzeuge hatte das Endziel Danzig, welches aber von Plehnendorf aus, solange die Schleuse daselbst gesperrt blieb, nur noch auf dem Seewege über Neufahrwasser, im Schlepptau eines Dampfers, zu erreichen möglich war. Um nun der Schiffahrt thunlichst die Wege zu ebenen, liefs die Stromban-

verwaltung durch ihre Schlepp- und Eisbrechdampfer die Kähne aller Schiffer, die es wünschten, zwischen Neufahrwasser und Plehnendorf unentgeltlich über See schleppen. Wenn die Fahrt von Flufskähnen über See auch nur bei ruhigem Wetter ausführbar war, gelang es der Strombauverwaltung doch, vom 13. April bis zum 10. Mai 1886 145 Kähne über See zu schaffen. Eine weitere Anzahl meist beladener Kähne wurde durch Privatdampfer in den Danziger Hafen eingebracht. Sicher wäre durch diese Einrichtung die Störung im Schiffahrtverkehr zwischen Danzig und dem oberen Weichselgebiete abgewendet, bezw. bei anhaltend stürmischem Wetter sehr eingeschränkt worden, hätte die Versicherung der Fahrzeuge und Ladungen nicht mit dem Augenblicke die Gültigkeit verloren, in welchem der Uebergang vom Strome auf die See stattfand. Bezüglich der Ladung wurde allerdings bald zugegeben, dafs die Versicherung auch während der Seefahrt in Kraft bleiben solle, wenn 1. der seitens des Vorsteheramtes der Danziger Kaufmannschaft vorübergehend in Plehnendorf angestellte Sachverständige die Ueberfahrt in jeder Hinsicht für unbedenklich erklärte, und 2. die Masten gelegt waren. Zu letzterem Zwecke entlieh die Strombauverwaltung von der Hafenbauinspection Neufahrwasser einen hölzernen Spirenkrahn von 15 Tonnen Tragfähigkeit und richtete denselben bei Wefslinken kurz oberhalb der Plehnendorfer Schleuse auf. Viel Gebrauch ist von diesem Entgegenkommen der Versicherungsgesellschaften nicht gemacht worden, weil die obigen Bedingungen zum Theil noch ziemlich lästig waren und die Schiffer, von denen die Zustimmung zur Fahrt über See schliefslich auch abhing, dabei mit den Fahrzeugen selbst nach wie vor unversichert blieben. Erst kurz vor Wiedereröffnung der Schleuse übernahm es eine Privat-Dampfschiffahrtgesellschaft unter eigener Gewährleistung für Fahrzeug und Ladung, jeden Kahn gegen ein Entgelt von 100 ℳ über See zu schleppen. Es war dieses Angebot jedenfalls sehr annehmbar, soweit es sich um Ladungen handelte, welche bei längerem Liegen im dumpfen Schiffsraume Schaden leiden konnten, und thatsächlich machten noch 20 Schiffer von derselben Gebrauch. Bei keinem der Transporte über See ist ein Unfall vorgekommen. Bezüglich der Ueberführung von Traften aus dem Weichselstrome nach Danzig war eine Fürsorge nicht nöthig, da die erste Traft gewöhnlich erst zwischen dem 20. Mai und 1. Juni in Plehnendorf einzutreffen pflegt und auch im Jahre 1886 daselbst nicht früher anlangte.

Am 3. September 1887 ist die neue Plehnendorfer Schleuse dem Verkehr übergeben und damit die alte Schleuse endgültig geschlossen worden. Letztere soll, soweit erforderlich, beseitigt bezw. verschüttet werden. M. Görz.

Die Wirkungen zwischen Rad und Schiene.

Die Erforschung der Einzelheiten des Vorganges, welcher sich beim Durchfahren eines Geleises mit Locomotiven, Wagen oder ganzen Zügen abspielt, bildet ohne Zweifel eine der wichtigsten Aufgaben der Betriebstechnik. Was bisher an Arbeiten auf diesem Gebiete vorlag, kann nicht einmal als Bruchstück einer Lösung dieser Aufgabe gelten, da sich die verschiedenen Theilvorgänge in hohem Grade gegenseitig beeinflussen, und daher im Zusammenhange unter Umständen ganz anders ablaufen, als jeder für sich thun würde. Aus diesem Grunde läfst sich z. B. aus dem Verhalten eines durch das Geleise rollenden Räderpaares nicht ohne weiteres auf dasjenige eines Achsenpaares oder gar eines ganzen Fahrzeuges schliefsen. Hierzu gehört mehr, nämlich die Kenntnifs aller bei dem Gesamtvorgange auftretenden Einzelerscheinungen. Nun ist selbst die getrennte Erforschung der letzteren in den meisten Fällen eine sehr schwierige Aufgabe; man hat sich deshalb bisher damit begnügt, rein „empirische" Formeln aufzustellen (deren Bau nach allgemeinen theoretischen Erwägungen oder auch ganz willkürlich gewählt wurde) und die in diesen Formeln auftretenden unveränderlichen Zahlenwerthe durch Versuche zu bestimmen. So ist man beispielsweise zu Gleichungen gelangt, aus denen sich der Zugwiderstand in gerader und gekrümmter Bahn für Züge und Geleise, welche den zu den Versuchen benutzten ähnlich sind, mit befriedigender Genauigkeit berechnen läfst, die aber ganz unzutreffende Ergebnisse liefern können, wenn man sie auf abweichende Verhältnisse anwendet. Keine dieser Formeln erfreut sich allseitiger Anerkennung; fast jede von ihnen ist schon entschieden bekämpft und als nur bedingungsweise brauchbar erwiesen worden, sodafs sich dem Fachmann die Ueberzeugung aufdrängen mufs, wie selbst sehr sorgfältig durchdachte und mit allen Hülfsmitteln der Neuzeit ausgeführte Versuche doch nur Ergebnisse von recht beschränktem Werthe liefern können, so lange der zu erforschende Vorgang nicht theoretisch durchschaut und in eine Kette einzelner, nach den Grundsätzen der Gleichgewichtslehre zu behandelnder Erscheinungen aufgelöst ist.

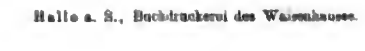
Diesem Mangel abzuhelfen, hat sich ein unlängst erschienenes, vom Königlichen Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Boedecker herausgegebenes Werk*) zur Aufgabe gestellt. Vom Einfachen zu Verwickelterem fortschreitend, erörtert es zunächst das Verhalten einzelner Räderpaare, insbesondere die Lage der Rollkreise auf den Laufflächen der Radreifen, den Druck in der Stützfläche der letzteren, deren Umfangslinie unter gewissen Voraussetzungen als eine Ellipse erkannt wird, den Vorgang beim Rollen und die Natur des sogenannten Widerstandes der rollenden Reibung, sowie auch den Widerstand der beim Rollen in den Stützflächen der Radreifen infolge der Kegelform auftretenden Gleitbewegung usw. Daran reihen sich Untersuchungen über das Verhalten vierrädriger Wagen in Bahnkrümmungen. Es werden zu diesem Zwecke die verschiedenen Stellungen besprochen, welche der Wagen als Ganzes in der Curve einnehmen kann. Sodann wird die Richtung und Gröfse des Gleitens der Räder auf den Schienen ermittelt. Bei gegebenem Raddruck und Reibungswerth folgt hieraus die Gröfse

*) Die Wirkungen zwischen Rad und Schiene und ihre Einflüsse auf den Lauf und den Bewegungswiderstand der Fahrzeuge in den Eisenbahnzügen. Nach eigener Theorie aus der Construction der Fahrzeuge und mit Rücksicht auf die Lage des Geleises ermittelt von Boedecker, Königl. Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector. Hannover 1887. Hahn'sche Buchhandlung. 113 Seiten in 8° mit 44 Holzschnitten im Text und 2 Steindrucktafeln. Preis 4 ℳ — Untersuchungen ähnlicher Art und von demselben Verfasser herrührend, sind übrigens schon im Jahrgang 1873 dieser Zeitschrift (Seite 345) veröffentlicht worden.

der in der Richtung der Wagenachse und der Radachse wirkenden Widerstände, sowie auch diejenige der auf Drehung des Wagens wirkenden Kräfte. Dabei ergiebt sich, dafs die Gröfse des Productes aus dem Krümmungshalbmesser der Bahn und dem Spielraum der Räder über die Stellung des Wagens im Geleise entscheidet. Ferner wird gezeigt, wie aus der Belastung und dem Seitendruck des führenden Vorderrades, sowie aus der Richtung, in welcher dieses Rad gleitet, die Neigung der Stützfläche und die Lage des Stützpunktes gegen die Radachse bestimmt werden kann. Die so gewonnenen Gleichungen werden dann durch Einführung von Mittelwerthen unter Anlehnung an die Ergebnisse von Versuchen zur Gewinnung einfacher Formeln für den Curvendruck des führenden Vorderrades benutzt. Nachdem noch eine ähnliche Untersuchung für das innere Vorderrad und die Hinterräder durchgeführt ist, folgen Betrachtungen über eine Reihe von Einzelfragen, wie z. B. über den Curvendruck gebremster Fahrzeuge, über den Einflufs des Curvenhalbmessers, des Zuges in den Kupplungen und einer zu schwachen oder zu starken Ueberhöhung der äufseren Schiene auf die Stellung des Wagens, über den Einflufs der Spannung der Kuppelketten auf die zwischen Rad und Schiene wirkenden Kräfte u. dergl. Den Schlufs dieses Abschnittes bildet die Ermittlung des Widerstandes der Fahrzeuge infolge der Geleiskrümmung, also des sogenannten Curvenwiderstandes, sowie der Abhängigkeit desselben von der Form der Radreifen im allgemeinen und der Gestalt der Hohlkehle sowohl wie des Schienenkopfes und der Gröfse des Spielraumes im besonderen. Die beiden folgenden Abschnitte behandeln den Lauf dreiachsiger Locomotiven in Bahnkrümmungen und vierrädriger Wagen in schwach gekrümmten oder geraden Geleisstrecken, sowie die Abnutzung der Schienen.

Hiermit ist der reiche Inhalt des Buches in gedrängter Kürze angedeutet. Hinsichtlich der Darstellungsweise verdient hervorgehoben zu werden, dafs der Herr Verfasser die vielen, zum Theil äufserst schwierigen Aufgaben mit Geschick und Sorgfalt behandelt hat. Wenn trotzdem das Studium des Buches eine nicht geringe geistige Anspannung erfordert, so liegt dies zum Theil in der Natur der Sache. Doch dürfte hierzu auch der Umstand beitragen, dafs der Herr Verfasser viele Zwischenrechnungen absichtlich weggelassen hat, um den Leser nicht zu ermüden. Wir sind der Ansicht, dafs hierin an einigen Stellen etwas zu weit gegangen worden ist, da der Leser — wenn er ein volles Verständnifs der Entwicklung erreichen will — sich die nicht immer leicht zu findenden Zwischenglieder selber suchen mufs. Ferner wird der Wunsch nach einer etwas eingehenderen Erörterung auch bei mancher Annahme rege, die zur Ueberwindung der Schwierigkeiten der Rechnung gemacht werden musste. So ist z. B. bei Berechnung der Lage des Rollkreises auf der Lauffläche der Radreifen für den Abstand der Stützfläche von der Radachse ein Mittelwerth eingeführt, während doch die ganze Untersuchung auf der Voraussetzung beruht, dafs die Radreifen kegelförmig sind, d. h. dafs die einzelnen Punkte der Stützfläche **nicht** in gleichem Abstand von der Radachse liegen. Die Kürze der Darstellung läfst es hier zweifelhaft, ob die vernachlässigte Gröfse gegen die in der Rechnung verbleibende von höherer Ordnung ist, wie es sein mufs, wenn das Näherungsverfahren zulässig sein soll. Ein ähnlicher Zweifel stellt sich bei der Ermittlung der Richtung des Gleitens der Räder auf den Schienen ein. Es wird dort vorausgesetzt, dafs Belastung und Halbmesser beider Räder eines Paares gleich seien, und dennoch dem Unterschied der Rollkreishalbmesser ein bestimmender Einflufs zugeschrieben, was natürlich den Schein eines inneren Widerspruches erweckt. Trotz dieser kleinen Bedenken mufs anerkannt werden, dafs das vorliegende Buch die gründlichste Arbeit bildet, welche bisher auf dem in Rede stehenden Gebiete erschienen ist. Jeder Fachmann, der sich mit der Ausbildung der Schienen- und Radreifenformen oder mit Versuchen über Zugwiderstände u. dergl. befafst, wird von dem Inhalte Kenntnifs nehmen müssen, während derjenige, der ähnliche allgemeine Forschungen betreibt, das Buch als einen willkommenen Wegweiser begrüfsen wird.

— Z. —



Halle a. S., Buchdruckerei des Waisenhauses.



JAHRGANG XXXVIII. 1888. HEFT VII BIS IX.

Städtisches Wasserhebewerk für den Südwesten von Berlin.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 41 im Atlas.)

Die im Südwesten Berlins sich erhebende Hügelkette des Kreuzberges und Tempelhofer Berges bot bisher der in jener Stadtgegend überaus lebhaften baulichen Entwicklung dadurch Schwierigkeiten, dafs die städtische Wasserleitung nicht imstande war, die höher gelegenen Häuser hinreichend mit Wasser zu versorgen. Zur Abhülfe dieses Uebelstandes wurde im Auftrage des Magistrats von dem Director der städtischen Wasserwerke, Herrn **Gill**, ein für die hochgelegenen Stadttheile bestimmtes kleines Wasserhebewerk entworfen, welches auf dem höchsten Punkte des Tempelhofer Berges seine Aufstellung finden sollte. Um diesem im wesentlichen aus Pumpmaschine und Wasserthurm bestehenden Hebewerk eine seiner hervorragenden Lage entsprechende äufsere Gestaltung zu geben und die aus der Kleinheit der Baustelle für die Grundrifsanordnung erwachsenden Schwierigkeiten zu lösen, wandte sich Herr Director Gill im Januar 1886 an den Berliner Architekten-Verein, welcher die Aufgabe zum Gegenstande einer Wettbewerbung unter seinen Mitgliedern machte. Der hierbei mit dem ersten Preise bedachte, in Gemeinschaft mit dem Regierungsbaumeister H. **Hartung** durch den Unterzeichneten bearbeitete Entwurf wurde von den städtischen Behörden zur Ausführung angenommen. Von diesen wurde auch die Ausarbeitung des architektonischen Theils des Entwurfs den Verfassern desselben übertragen, während man mit der technischen Leitung den Abtheilungs-Baumeister der städtischen Wasserwerke, Herrn **Helling**, betraute. Im April 1887 wurde mit der Bauausführung begonnen und der Rohbau im October desselben Jahres vollendet. Der Ausbau hat im Mai dieses Jahres seinen Abschlufs erreicht.

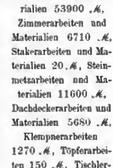


Abb. 1.

Die gewählte Grundrifsanordnung, bedingt durch die Lage des Grundstücks an der Kreuzung zweier stark ansteigenden Strafsen, ergab sich aus dem Bestreben, den Thurm an die Strafsenecke zu stellen und gleichzeitig einen möglichst grofsen Hof mit bequemer Durchfahrt zu erzielen. Demgemäfs sind die Maschinen in das Erdgeschofs des Wasserthurms gelegt, während ein niedriger Anbau den Kessel- und Kohlenraum, eine Oelkammer, den Wiegeraum für die Kohlen und einen Abort aufnimmt. Der Thurm enthält im ersten Stockwerk eine kleine Wohnung für den Maschinenführer, im obersten Geschofs den 400000 Liter fassenden Wasserbehälter, im Kellergeschofs eine Badestube und den Ofen einer Warmwasserheizung, welche den Zweck hat, im Winter den Behälter vor dem Einfrieren zu schützen und die Wohnung des Maschinenführers zu erwärmen. Sämtliche Geschosse des Thurmes sind verbunden durch eine Wendeltreppe mit Stufen und Absätzen aus schlesischem Granit. Das Gebäude zeigt die einfachen Formen des mittelalterlichen Backsteinbaues, mit verputzten Blenden und Gesimsstreifen sowie einem schraubenförmig aufsteigenden Muster versinterter Steine als einzigem Schmuck. Nach mittelalterlicher Art sind die 15 mm starken Fugen mit ungefärbtem Kalkmörtel verstrichen. Die Zahl der verwendeten Formsteine ist gering; nur die hierneben dargestellten acht Nummern mit



ihren Unterabtheilungen sind zur Anwendung gekommen. Der Sockel des Gebäudes besteht aus schlesischem Granit und ist nicht als Plattenwerk vorgeblendet, sondern als wirkliches Quadermauerwerk ausgeführt. Ein spitzes Kegeldach, mit deutschem Schiefer eingedeckt, krönt den Thurm, auch die Anbauten haben hohe Dächer gleicher Eindeckung erhalten. Das Innere ist seiner Bestimmung gemäfs schmucklos gestaltet, nur der Maschinenraum hat — und zwar nachträglich — ein gemauertes Sterngewölbe mit Rippen aus Ziegel-Formsteinen erhalten. Fenster, Thüren und Einfahrtsthore sind einfachster Art, letztere etwas belebt durch reichere, im Feuer getriebene schmiedeeiserne Bänder.



Grundrifs des Wasserhebewerks für den Südwesten von Berlin.

Die Kosten des Bauwerks belaufen sich einschliefslich der Maschinen, Kessel und Rohrleitungen auf rund 300000 ℳ, wobei auf die Bauarbeiten im einzelnen folgende Summen entfallen:

Erdarbeiten 3700 ℳ, Mauerarbeiten 31500 ℳ, Mauermaterialien 53900 ℳ, Zimmerarbeiten und Materialien 6710 ℳ, Stakerarbeiten und Materialien 20 ℳ, Steinmetzarbeiten und Materialien 11600 ℳ, Dachdeckerarbeiten und Materialien 5680 ℳ, Klempnerarbeiten 1270 ℳ, Töpferarbeiten 150 ℳ, Tischlerarbeiten 1600 ℳ, schmiedeeiserne Decken und Dächer 16167 ℳ, Schlosserarbeiten 1300 ℳ, Glaserarbeiten 260 ℳ, Steinsetzarbeiten 5200 ℳ, Malerarbeiten 1100 ℳ, Entwässerung, Gas-, Wasser- und Heizanlagen 5840 ℳ, Blitzableiter 760 ℳ, Asphaltarbeiten 760 ℳ, Gärtnerarbeiten 750 ℳ, zusammen 148276 ℳ.

Richard Schultze.

Das Fürstenhaus und die alte Münze am Werderschen Markt in Berlin.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 42 und 43 im Atlas.)

Der gewaltigen baulichen Umwälzung, die während der letzten Jahre das Innere unserer Haupt- und Residenzstadt ergriffen hat, sind vor kurzem zwei Bauwerke zum Opfer gefallen, die, obgleich längst ihrer ursprünglichen Bestimmung entfremdet, doch mit ihren alten Namen und geschichtlichen Erinnerungen eine gewisse volksthümliche Bedeutung gewonnen hatten. Im Juli 1886 wurden die alte Münze (Werderscher Markt Nr. 7) und das Fürstenhaus (Kur-Strafse Nr. 52/53) abgebrochen, um dem glänzenden Neubau der Gesellschaft „Werderscher Markt" Platz zu machen, der nach kurzer Bauzeit zu Anfang dieses Jahres der Benutzung übergeben werden konnte.[1]) Kaum eine Veränderung in dem alten Berlin ist so geeignet, den Abstand zwischen einst und jetzt zu veranschaulichen, als diejenige, welche sich hier vor unsern Augen vollzogen hat. Der Palast eines seinerzeit allmächtigen Ministers, ein öffentliches Gebäude, einst Münzwerkstätte, Mineralien-Sammlung und Bauakademie zugleich, — wie bescheiden nehmen sie sich in unsrer Erinnerung aus gegenüber dem stolzen Kaufhause, das heute an ihrer Stelle steht, in seiner räumlichen Ausdehnung beide wohl um das doppelte überragt. Wenn wir uns die Wandlungen, die diese Stätte seit ihrer Gründung betroffen, ins Gedächtnifs zurückrufen, so darf uns die berechtigte Freude über die glänzende Entwicklung unsrer Stadt doch nicht den Verlust zweier Denkmäler ihrer alten Kunst und Geschichte vergessen machen. Der unserem Texte beigefügte kleine Plan[1])



Abb. 1. Der Werdersche Markt im Beginn des 19. Jahrhunderts.

Abb. 1, der den Werderschen Markt zu Beginn unseres Jahrhunderts darstellt, und den man leicht mit Hülfe eines guten

1) Der Neubau ist von dem Regierungs-Baumeister A. Messel entworfen und geleitet worden. Dieser hat eine sorgfältige Aufnahme der abgebrochenen alten Bauwerke bewerkstelligt, nach welcher die beiden Atlasblätter 42 und 43 und die Holzschnitte Abb. 2 und 3 gefertigt sind. Für die thatsächlichen Angaben über den baulichen Zustand der Gebäude vor ihrer Zerstörung ist der Verfasser des Textes Herrn Messel zu um so gröfserem Danke verpflichtet, als er zu eigenen Beobachtungen keine Gelegenheit gehabt hatte.

1) Dieser Plan sowie auch der Grundrifs Abb. 4 ist einer Abhandlung über die Münze von Gentz, dem Erbauer derselben, in der Zeitschrift „Sammlung von Aufsätzen und Nachrichten die Baukunst betreffend" Jahrgang 1800, Band 1, entlehnt.

Stadtplans ergänzen kann, veranschaulicht die Lage der Münze und des Fürstenhauses. Der Friedrich-Werder, dessen Mittelpunkt jener Marktplatz bildet, ist erst unter dem grofsen Kurfürsten ein Theil der Stadt geworden. Wie es vordem daselbst aussah, aus welchen kleinen Anfängen sich Berlin nach dem Elend des dreifsigjährigen Krieges emporgearbeitet hat, lehrt deutlicher als Worte ein Blick auf den ältesten noch vorhandenen Stadtplan von Memhard vom Jahre 1648.[1]) Vierzig Jahre einer weisen und kraftvollen Regierung sind verflossen. Berlin, so sehen wir es auf dem Plane von la Vigne von 1685[2]) und auf der bekannten Ansicht aus der Vogelschau von J. Bernhard Schultz (1688), ist fast um das doppelte gewachsen, es war zur Festung geworden, ein treues Abbild des innerlich und äufserlich gefestigten brandenburgisch-preufsischen Staats, zu dessen Entwicklung die seinige von jeher ein merkwürdiges Seitenstück geboten hat. Aufserhalb der Festungswerke war ein besonderer, die Entwicklung Berlins in neue Bahnen lenkender Stadttheil, die Dorotheenstadt, hinzugekommen; der Friedrich-Werder hingegen wurde als zunächst geplante Stadterweiterung gleich in die um 1658 begonnene Befestigung mit aufgenommen. Nur allmählich konnte er auf dem sumpfigen, von Spreearmen durchzogenen Gelände nach dem von Memhard entworfenen und abgesteckten Bebauungsplane heranwachsen. 1669 erhielt die Stadt einen eigenen Bürgermeister in der Person eben jenes Memhard. 1672 bis 1678 soll von Simonetti das Rathhaus erbaut worden sein, das genau an der Stelle der alten Münze bis zum Jahre 1794 gestanden hat. Wie nachmals diese letztere, hat auch das Werdersche Rathhaus anfangs eine sehr mannigfaltige Bestimmung gehabt. Im Erdgeschofs befanden sich die Raths- und Gerichtszimmer, das obere Stockwerk diente bis zur Einrichtung der Kirche im ehemaligen Kurfürstlichen Reitstalle — da wo noch heute die Werdersche Kirche steht — der neuen Gemeinde als Gotteshaus, und schliefslich mufste noch die 1681 auf kurfürstlichen Befehl gegründete neue Schule, aus der das Friedrich-Werdersche Gymnasium entstanden ist, in dem Bau untergebracht werden. Mit dem benachbarten Fürstenhause ist das Rathhaus, — ein einfaches viereckiges Gebäude mit wenig vortretenden Risaliten, die ihm im Grundrifs eine kreuzförmige Gestalt verliehen —, dargestellt auf einem Aquarell des bekannten Stridbeckschen Skizzenbuches vom Jahre 1690,[3]) ferner auf dem schon erwähnten schaubildlichen Plane von Schultz. Auf dem letzteren ist jedoch das Fürstenhaus noch nicht vorhanden, an seiner Stelle steht vielmehr ein kleineres zweigeschossiges Bauwerk. Dieser Umstand, so wichtig er für die Frage nach dem Gründungsjahre des Fürstenhauses ist, erscheint doch bisher nicht genügend berücksichtigt.

Das Fürtenhaus war das Palais des hochverdienten, im Anfange der Regierung Friedrichs III. allmächtigen Ministers Eberhard von Danckelmann. Nicolai in seiner Beschreibung von Berlin, S. 155, sagt, dafs es um 1678 unter Kurfürst Friedrich III. (so!) nach Nerings Rissen erbaut worden sei, in seinen Nachrichten von Baumeistern, Bildhauern . . . ., Berlin 1786, giebt er jedoch das Jahr 1685 als Zeit der Erbauung an. Beckmann in seiner Geschichte von Berlin (die Handschrift befindet sich in der Bibliothek des Magistrats) und Küster (Altes und neues Berlin II, S. 128) führen 1674 als Gründungsjahr an, sprechen aber gleichzeitig von einem nach dem Regierungsantritte Friedrichs III. stattgehabten Umbau. Diese Angaben werden in einem Punkte wenigstens actenmäfsig bestätigt durch ein in Försters Geschichte Friedrich Wilhelms I. im Anhange zu Band I mitgetheiltes Verzeichnifs der bei Danckelmanns Sturze eingezogenen Güter. Dort heifst es: „4. das Haus in Berlin Anno 1674 theils gekauffet und nachgehendt ausgebauet.“ Es hat Danckelmann also schon unter der Regierung des grofsen Kurfürsten, der ihn 1663 zum Erzieher des Prinzen Friedrich gemacht und bald darauf durch Ehrenstellen ausgezeichnet hatte, ein Haus auf dem Werder besessen und dasselbe später umgebaut. Dafs dieser Umbau, der dem Gebäude den uns bekannten Umfang und Gestalt verliehen, nicht vor 1688 stattgefunden, ist schon aus geschichtlichen Gründen wahrscheinlich, indem Danckelmann erst durch den neuen Regenten zu den höchsten Würden emporgehoben, 1688 zum Geheimen Staats- und Kriegsrath, später 1695 zum ersten Minister und Oberpräsidenten ernannt wurde. Hätte der für seine Zeit sehr stattliche Bau des Fürstenhauses schon früher bestanden, er wäre gewifs nicht auf dem vortrefflichen la Vigneschen Plane, wo doch bemerkenswerthe Neubauten hoher Staatsbeamten, wie die Häuser der Herrn von Meinders, von Fuchs und von Grumbkow eingetragen sind, sicherlich aber nicht auf dem Schultzschen Plane vergessen worden. Dagegen erscheint er erst, wie bereits erwähnt, in dem Stridbeckschen Skizzenbuche von 1690 als „Herrn von Danckelman's behausung“. Trotz ihrer Ungenauigkeiten und Verzeichnungen — wie z. B. der sehr gestreckten, in die Länge gezogenen Verhältnisse, ein Fehler, der vielen der Stridbeckschen Zeichnungen anhaftet, — ist diese Darstellung doch als älteste bildliche Wiedergabe des Gebäudes von Wichtigkeit. Sie zeigt uns dasselbe in offenbar noch nicht ganz vollendetem Zustande, ebenso wie auch das Werdersche Rathhaus auf demselben Blatte noch als Rohbau mit Rüstlöchern und ohne Gliederungen erscheint. Am Fürstenhause fehlen noch die Gitter an den Freitreppen zu den beiden Eingängen und auf dem Balcon des ersten Stockwerks, und schliefslich die mit Statuen geschmückte Attika. Nach Messels Beobachtungen beim Abbruch des Hauses scheint freilich die Dachconstruction ursprünglich nicht für eine Attika berechnet gewesen, letztere vielmehr erst nachträglich hinzugefügt zu sein. Hiervon und von andern baulichen Veränderungen wird noch die Rede sein. — Es mag längerer Zeit bedurft haben, bis Danckelmann den Ausbau und die innere Ausstattung seines Palastes beendet hatte; nur so wird die Stelle in Pöllnitz Memoiren (deutsche Ausgabe von 1791 Band I, S. 287) zu verstehen sein, wonach der Minister zwei Jahre vor seinem Falle sein Haus vollendet und aus diesem Anlasse ein Fest gegeben, bei welchem er den Kurfürsten bewirthete und ihm seinen Sturz ahnungsvoll vorhersagte. Derselbe erfolgte am 27. November 1697. Danckelmann erhielt zuerst seinen Abschied mit Pension, wurde aber bald in Anklagezustand versetzt, seiner Güter beraubt und in Jahre langer Haft gehalten. Sein Palast wurde eingezogen und zum Absteigequartier für fremde, den Hof besuchende Fürstlichkeiten und Gesandtschaften bestimmt.

1) In Merians Topographia electoratus Brandenburgici . . . . ferner veröffentlicht in den Kunstbeilagen der vom Berliner Geschichtsverein herausgegebenen Chronik.

2) Das Original im Hohenzollern-Museum im Schlosse Monbijou, veröffentlicht, ebenso wie der Schultzsche Plan, in den Kunstbeilagen zur Berliner Chronik.

3) Berlin anno 1690. Zwanzig Ansichten aus Joh. Stridbecks des jüngeren Skizzenbuche . . . . herausgegeben von Dr. W. Erman. Berlin 1881. Das Original befindet sich in der hiesigen Königlichen Bibliothek.

Diesem Umstande verdankt es den Namen „das Fürstenhaus“, unter welchem es auf den Plänen von Berlin und schon in dem ältesten Adrefsbuche der Stadt von 1704 angeführt wird. In den Briefen eines Dr. Klose vom Jahre 1731 (mitgetheilt im Bär, Jahrg. 1885, S. 527 ff.) heifst es das Gesandtschaftshaus, worin fremde Prinzen, wenn sie an den Hof kommen, untergebracht werden. So wohnte hier im Jahre 1704 Lord Marlborough. Pöllnitz berichtet uns von einem Besuche der Gemahlin des schwedischen Premierministers, der Gräfin Piper (1707), unter deren Stolz und Launen der Hof sehr zu leiden gehabt. Man hatte eines ihrer Zimmer im Fürstenhause durch Gobelins mit Darstellungen der Thaten des grofsen Kurfürsten ausgeschmückt, mufste dieselben aber wieder entfernen, da sie in den brandenburgischen Siegen eine Verhöhnung ihrer Nationalität zu erblicken meinte. 1710 stieg der Prinz Eugen von Savoyen bei seinem Besuche am Berliner Hofe im Fürstenhause ab, auch der russische Fürst Menzikof hat dort gewohnt. Ebenso pflegte Fürst Leopold von Anhalt-Dessau daselbst Wohnung zu nehmen, so oft er nach Berlin kam. Für kurze Zeit hat ferner der bekannte Abenteurer und Hofcomödiant Friedrich Wilhelms I., Johann von Eckenberg, der „starke Mann“ genannt, im Fürstenhause sein Wesen getrieben. Der König hatte ihm nämlich (1733) die Erlaubnifs ertheilt, dort sogenannte Assembléen zu veranstalten, zu welchen die adelige Gesellschaft Zutritt hatte und sich, gegen Entrichtung eines Mitgliedsbeitrags von 30 Thaler, zweimal wöchentlich, an jedem Dienstag und Freitag, bei Kartenspiel und Musik vergnügte, wobei unentgeltlich Kaffe, Thee, Chocolade und Limonade verabreicht wurden.[1]) So lange das Fürstenhaus als Absteigequartier hoher und vornehmer Herrschaften diente, galt es als eine Sehenswürdigkeit der Hauptstadt und wird im wesentlichen unverändert geblieben sein. Unser Holzschnitt, Abb. 2, giebt den Zustand wieder,

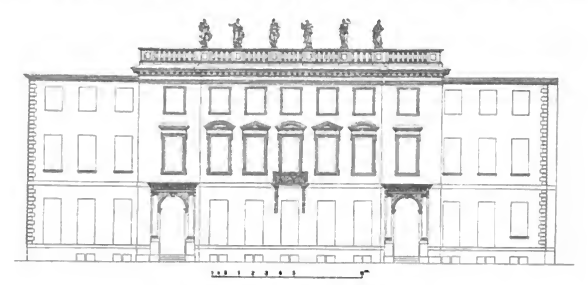


Abb. 2. Ansicht des Fürstenhauses kurz vor seinem Abbruch.

in dem es sich kurz vor seiner Zerstörung befand. Das einstige Aussehen des Bauwerks können wir uns mit Hülfe von Stridbecks Skizze und noch vorhandenen Stichen wiederherstellen. Unter den letzteren sind vor allen die dem grofsen Waltherschen Stadtplane beigefügte Randzeichnung, sodann die Ansichten auf den Schleuenschen und Seutterschen Plänen[1]) anzuführen. Der Bau war ein Putzbau mit Sandsteingliederungen von drei Stockwerken, rund $38^1/_2$ m Länge und etwa 16 m Höhe und bestand aus einem Hauptbau mit zwei symmetrisch angeordneten Eingängen und wenig vorspringendem mittlerem Risalit[2]) sowie zwei ganz einfach behandelten Flügelbauten von je drei Achsen zu beiden Seiten. Den Hauptbau krönte ein in den Verhältnissen gut abgewogenes Consolengesims mit einer Attika und Statuen. Dafs diese letztere, wenn auch vielleicht nicht ursprünglich beabsichtigt, doch bald hinzugefügt sein mufs, geht aus einer Beschreibung Berlins in einer der Bibliothek des Magistrats gehörigen Handschrift[2]) hervor, die nachweislich vor 1720 abgefafst ist und ausdrücklich der Statuen auf dem Fürstenhause gedenkt. Nach den schon erwähnten Stichen müssen deren übrigens ursprünglich acht gewesen sein. — Die wichtigsten, zum Theil sehr eigenthümlichen Einzelformen des Hauptgesimses, der Attika, der Umrahmungen und Verdachungen der Fenster, des Balcons mit seinen Consolen und schmiedeeisernem Gitter sind auf Blatt 42 nach den gewissenhaften Aufnahmen Messels zusammengestellt. Man beachte u. a. die Profilirung der Fensterverdachungen im ersten Stock: die Hängeplatten an denselben sind wellenförmig gebildet und haben an ihrer Unterfläche kleine Plättchen mit Rundstäben, eine Eigenthümlichkeit, die sich genau so an den Fenstern des ebenfalls

1) Die angeführten Abbildungen finden sich sämtlich in der Oesfeldschen Sammlung von Stichen und Plänen in der Königlichen Bibliothek, zum Theil auch in der Nicolaischen Sammlung der Magistratsbibliothek.

2) Das Relief des Gebäudes ist bei Stridbeck nicht richtig wiedergegeben, da hier der mittlere Theil als zurückspringend, ferner die Gesimse des Mittelbaues und der Flügel als gleich angegeben sind.

1) L. Schneider: Joh. Carl v. Eckenberg, der starke Mann. Beitrag zur Theatergeschichte Berlins.

2) Beschreibung der weltberühmten Königl. Preufs. und Kurfürstl. Brandenburgischen Haupt- und Residenzstadt Berlin. Die auf dem Titel von anderer Hand hinzugefügte Jahreszahl 1733 ist falsch.

von Nering erbauten einst von Derfflingerschen Hauses, Kölnischer Fischmarkt Nr. 4, wiederfindet. Zu den Eingängen, die der Holzschnitt Abb. 3, in gröfserem Mafsstabe darstellt, führten einst Freitreppen hinauf. Die Fenster im Erdgeschofs hatten ursprünglich profilirte Gewände, ähnlich denen des obersten Stockwerks. Diese letzteren nun zeigen auf allen Stichen übereinstimmend mit Stridbeck, aber abweichend von unsrer Aufnahme, noch reichere Verkröpfungen an Sturz und Sohlbank, ferner geben die Stiche neben andern kleinen Abweichungen von unsern Aufnahmen auf den Eingängen Flachbogen-Verdachungen an, ja auf einem in der Behandlung der Waltherschen Randzeichnung ähnlichen Blatte finden sich über der Thüröffnung zum Balcon gelagerte Figuren. Es ist schwer zu entscheiden, wie weit diese Abweichungen der Ungenauigkeit und Flüchtigkeit jener Stiche, oder wie weit sie, wie z. B. die zu Schaufenstern erweiterten Fenster des Erdgeschosses, späteren Umbauten zuzuschreiben sind. Dafs solche Umbauten aber nicht nur in neuerer Zeit mit dem Wechsel in der Bestimmung des Bauwerks nothwendig geworden, ist uns bekannt. So hat schon im Jahre 1742 von Knobelsdorff einen derartigen Umbau, für den die Summe von 1137 Thaler angewiesen wurde, vorgenommen, ohne dafs wir freilich angeben können, wie weit sich derselbe erstreckte.[1])

Das Fürstenhaus wurde unter der Regierung Friedrichs des Grofsen zur Unterbringung verschiedener Behörden bestimmt und enthielt, um hier kurz das Geschichtliche nachzutragen, lange Zeit die Stempelkammer und das Generalkriegscommissariat, während im obersten Stockwerke die königlichen Pagen untergebracht wurden. Später ward der Bau Sitz des Oberkriegscollegiums, bis er 1823 durch Kauf in städtischen Besitz gelangte, um durch Ausbau und Erweiterungen zum Theil für das Friedrich-Werdersche Gymnasium eingerichtet zu werden.[1]) Die vorderen Räume des Erdgeschosses dienten eine Zeit lang als Bureau des Intelligenzcomtoirs und Censurbureau, im ersten Stock befand sich bis 1848 die Amtswohnung des Oberbürgermeisters von Berlin. Zuletzt, als das Gymnasium eine neue Heimstätte in der Dorotheen-Strafse gefunden, war eine Gemeinde- und eine Handwerkerschule in dem Gebäude untergebracht, die vorderen Räume dagegen theilweise an Geschäftsleute vermiethet.

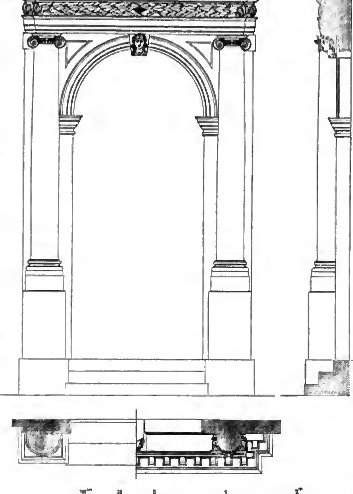


Abb. 3. Eingang zum Fürstenhause.

Als Architekten des Fürstenhauses nennt Nicolai Nering, den Vorgänger Schlüters. Selbst wenn diese Ueberlieferung nicht vorhanden wäre, so könnte man doch sowohl wegen der Zeit, der der Bau entstammt, als auch nach seinen Formen auf niemand anders schliefsen. Schon während der letzten Regierungsjahre des grofsen Kurfürsten war Nering, anfangs unter Smids Oberleitung, fast bei allen erheblichen Neubauten thätig gewesen, und Friedrich III. setzte ein solches Vertrauen in ihn, dafs er ihm die künstlerische Leitung des damals begonnenen Anbaues der Friedrichstadt übertrug und 1689 bis 1691 wiederholt Verordnungen ergeben liefs, wonach niemand anders als nach Nerings Rissen bauen durfte, widrigenfalls die Häuser abgerissen werden sollten. (Nicolai a. a. O.. S. 181. Anm.) In der Formenbehandlung schliefst sich das Fürstenhaus durchaus den übrigen dem Künstler zugeschriebenen Bauten an. Es sei nur auf die abwechselnd bogen- und giebelförmigen Verdachungen, die geschwungenen Friese, die verkröpften Gewände der Fenster im Hauptgeschosse hingewiesen, Formen, die, wenn auch nicht Nering ausschliefslich eigen, doch an den meisten seiner Bauten wiederkehren. Für das oberste Stockwerk verwendet er gern Fenster von mehr quadratischen Verhältnissen ohne Verdachungen; daraus entsteht ein Façadensystem wie es z. B. auch am Jägerhofe — der

1) Specification der Kgl. Gebäude, so unter der Direction des v. Knobelsdorff erbauet worden, mitgetheilt bei König: „Versuch einer historischen Schilderung der .... Residenzstadt Berlin.“ Bd. V, S. 34.

1) Müller: Geschichte des Friedrich-Werderschen Gymnasiums. Berlin 1881.

nachmaligen Bank — und in Verbindung mit einem gequaderten Erdgeschosse bei dem Erweiterungsbau des alten Rathhauses vorkam. — Nering vermeidet jedes derbe, starke Relief, sowohl bei seinen Einzelbildungen wie bei der Gliederung seiner Aufsenseiten; seine Formen haben etwas Mafsvolles, Strenges, das für seine Zeit ebenso hervorgehoben zu werden verdient, als die an die Antike erinnernde Einfachheit mancher Knobelsdorffschen Entwürfe für die ihre.

Von der einstigen Innenausstattung des Fürstenhauses hatte sich bis zum Abbruche nichts mehr erhalten. Das Gitter des Balcons ist der Handwerkerschule überwiesen, die Consolen des letzteren sowie ein Portal sind neuerdings an eines der Nebengebäude der technischen Hochschule in Charlottenburg, das andere zur Ausschmückung eines Wandbrunnens in den Hof des Hauses Thiergartenstrafse Nr. 20a versetzt worden. Von den Statuen der Attika befinden sich drei im Märkischen Museum, die drei anderen, ein Apoll mit der Leier und zwei weibliche, allegorische Gewandfiguren, haben im Garten von Schlofs Monbijou, innerhalb der Architektur zur Verkleidung der Stadtbahnbögen Aufstellung gefunden.

Die **Münze**. Ueber die Stiftung dieses während der Jahre 1798 bis 1800 errichteten Gebäudes sind wir durch eine Urkunde, den Grundstein des Hauses, der beim Abbruche wieder-

FRIEDRICH WILHELM DER DRITTE KÖNIG VON PREVSSEN
BESCHLOSS IN DEM ERSTEN IAHRE SEINER REGIERVNG,
DASS AVF DER STELLE DES FRIEDRICHS · WERDERSCHEN RATHHAVSES,
WELCHES VOR VIER IAHREN ABGEBRANNT IST VND DARVM VERLEGT WVRDE,
EIN NEVES GEBÄVDE ZVM NVTZEN DES STAATES V. ZVR ZIERDE DER STADT ERRICHTET WERDE.
DER KÖNIG BESTIMMTE DASSELBE ZV WERKSTÄTTEN DER MÜNZE
VND ZVR AVFBEWAHRVNG DER MINERALIEN MODELLE BÜCHER KARTEN VND RISSE,
WELCHE DAS BERGWERKS · VND HÜTTEN DEPARTEMENT SAMMELT.
HEINRICH GENTZ KÖNIGLICHER PROFESSOR VND HOFBAVINSPECTOR
ENTWARF DIE ZEICHNVNGEN V ANSCHLÄGE ZV DIESEM GEBÄVDE,
VND HIELT BEI LEGVNG DES GRVNDSTEINS DEN X. NOVBR. MDCCLXXXXVIII.
DIE FEIERLICHE EINWEIHVNGSREDE VOR DEN NACHSTEHENDEN PERSONEN:
GRAF V. FREIHERR V. HEINITZ KÖNIGL. STAATSMINISTER V. CHEF DES MÜNZ. DEPARTEMENTS
GENTZ GENERAL · MÜNZ · DIRECTOR.

gefunden wurde, und dessen Text wir hier voranstellen, genau unterrichtet. Der Grundstein, aus einer Quadratplatte von Porcellan bestehend, ist den Sammlungen des Märkischen Museums überwiesen. Vervollständigt werden die Angaben desselben durch einen Bericht, den der Erbauer der Münze, Ober-Hof-Bauinspector und Professor Heinrich Gentz über seinen Entwurf in der Zeitschrift: Sammlungen von Aufsätzen und Nachrichten die Baukunst betreffend, Jahrg. 1800, I. Band, veröffentlicht hat. Die Vorgeschichte des Baues kennen wir aus der Einleitung. In der Nacht vom 26. zum 27. November 1794 wurde das Friedrich-Werdersche Rathhaus ein Raub der Flammen. Das Gymnasium, das so lange darin untergebracht war, mufste sich eine Zeit lang mit miethweise beschafften Räumlichkeiten begnügen, bis es sich auf dem Grundstücke Oberwasserstrafse Nr. 10 einrichten konnte. Die freigewordene Baustelle aber gedachte die Staatsregierung schon im Jahre 1796 auf Veranlassung des Ministers Freiherrn von Heinitz für die Vergröfserung der unzulänglichen Baulichkeiten der Münze zu erwerben. Die Königliche Münze war nämlich seit dem Ausbaue des sogenannten Münzthurmes an der Schlofsfreiheit auf dem Grundstücke Unterwasserstrafse Nr. 2 untergebracht und im Jahre 1750, nach Verlegung der Hausvoigtei auf ihre jetzige Stelle, am Hausvoigteiplatz Nr. 9a, durch den Erwerb des derselben gehörigen anstofsenden Gebäudes vergröfsert worden (Nicolai a. a. O., S. 152). An diese älteren Baulichkeiten sollte nun der geplante Erweiterungsbau anschliefsen. Da aber mit den Besitzern der benachbarten Schlächterscharren keine Einigung zu erzielen war, mufste der Entwurf umgearbeitet und der Bau mehr in den Platz hineingerückt werden. Eine weitere Beschränkung ergab sich aus der Nothwendigkeit, die Einfahrt in den Hof des Fürstenhauses, des damaligen Oberkriegscollegiums, offen zu halten. Diese Umstände haben neben dem Bauprogramm auf die Gestaltung des Neubaues eingewirkt. Er bestand im wesentlichen aus einem dem Platze zugewendeten Vorderhause mit einem giebelbekrönten Mittelrisalit, einem schmalen, nicht genau in der Achse liegenden Hintergebäude und zwei Verbindungsarmen zur Herstellung des Zusammenhanges mit den alten Münzgebäuden. Im Vorderhause sollten zu ebener Erde die Münzwerkstätten, im ersten Stock eine ansehnliche, bis dahin im sogenannten Jägerhofe aufgestellte mineralogische Sammlung, im zweiten Geschosse die Plankammer und Vorlesungszimmer für das Bergdepartement untergebracht werden. Das Hintergebäude endlich sollte die Haupt-Bergwerks-Kasse und Beamtenwohnungen enthalten. Die Aufsenmauern standen schon, da erschien eine Verfügung, wonach im Hinterhause das Ober-Baudepartement und die neugegründete Bauakademie eingerichtet werden mufste. Es ist bezeichnend für die Verhältnisse jener Zeit, dafs dem Raumbedürfnisse der genannten Behörden und jener Anstalt durch Weglassung der Haupt-Bergwerks-Kasse und der Beamtenwohnungen Genüge geleistet werden konnte. Nur wurde dem Gedanken und der Anordnung des Entwurfs, auf die der Erbauer selber grofsen Werth legte und denenzufolge alle öffentlichen Zwecken dienenden Räume im Vorderhause vereinigt werden sollten, wodurch sich dann von selbst ein Gegensatz in der architektonischen Behandlung beider Hälften des Gebäudes ergab, Gewalt angethan. Die neue Raumeintheilung konnte hierauf keine Rücksicht nehmen. Es wurde das ganze dritte Stockwerk des Gebäudes der Bauakademie mit ihrer Bibliothek und Modellsammlung eingeräumt. Im Hauptgeschosse, vergl. den Grundrifs Abb. 4, dienten das Vorderhaus sowie die

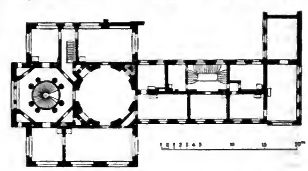


Abb. 4. Grundrifs vom Hauptgeschofs der alten Münze.

beiden anstofsenden Räume des Hinterhauses zur Aufnahme der mineralogischen Sammlung, die übrigen Zimmer des Hintergebäudes für das Oberbaudepartement. Im Erdgeschosse blieben nach wie vor die Werkstätten für die Münze. Eine ursprünglich nicht beabsichtigte, jetzt aber nothwendig gewordene Verbindung zwischen Vorder- und Hintergebäude wurde nur mühsam durch

einen in der Ecke des mittleren runden Raumes durchgebrochenen schrägen Gang hergestellt. Der runde Hauptraum ging durch die beiden oberen Geschosse hindurch und wurde durch Oberlicht erleuchtet. In Höhe des zweiten Stocks lief eine Galerie ringsherum und vermittelte den Zugang zu den in den Mauervertiefungen aufgestellten Schränken mit der Büchersammlung des Bergdepartements. Auch das Treppenhaus hatte Oberlicht, war aber gleichzeitig durch das grofse Bogenfenster des Mittelrisalits mit beleuchtet. Die kunstvolle hölzerne Spindeltreppe hatte ein Geländer aus Gufseisen. Den Fufsboden des Umgangs trugen acht dorische Säulen aus Holz. Aus Holz waren auch die Theilungen des grofsen mittleren Bogenfensters, im übrigen aber bestanden die Gliederungen des Gebäudes, sowie die Säulen des Eingangs aus Sandstein.

Die Bestimmung des Neubaues sprach sich in bedeutsamer Weise auch in seinem bildnerischen Schmuck, dem nach Gillys Entwürfen und Schadows Modellen ausgeführten Sandsteinfriese aus. Die Reliefs von rund 36 m Länge zogen sich an den drei dem Platze zugekehrten Seiten des Vordergebäudes hin. Sie stellen die Auffindung und Gewinnung der verborgenen Schätze der Natur unter Rheas und Prometheus Anweisung dar, sodann die Sichtung und wissenschaftliche Behandlung der Metalle, die Vorgänge des Schmelzens, Streckens und Prägens zur Herstellung von Münzen, das Sammeln von Schätzen am Altare des Pluto und schliefslich deren Verwendung im Dienste Mercurs und Minervens zu Werken der Kunst und zur Bekämpfung der rohen Gewalten der Natur. Dieser Fries dient jetzt, von Siemering und Hagen verlängert, dem neuen 1868 bis 1871 erbauten Münzgebäude an der Unterwasserstrafse zur Zierde.

Auf Blatt 43 ist die Vorderansicht des Gebäudes und darunter in gröfserem Mafsstabe das Hauptgesims sowie der Haupteingang mit allen charakteristischen Einzelheiten nach Messels Aufnahmen dargestellt. — Die Münze gehört der letzten Entwicklungsstufe des an Stilwandlungen reichen 18. Jahrhunderts an, derjenigen nämlich, die in einer Art von Entnüchterung sich zu den Grundsätzen der Antike bekannte. Nur wenige Jahre früher war in Berlin ein Denkmal entstanden, das daselbst bis auf den heutigen Tag neben Schinkels Museumshalle die bedeutendste Schöpfung in den Formen griechischer Kunst geblieben ist, das Brandenburger Thor von Langhans. Derselben Zeit wie die Münze gehören ferner Becherers Börse am Lustgarten sowie Langhans neues Theater auf dem Gensdarmenmarkt an, Bauwerke, in denen ebenfalls, wenn auch nicht so augenfällig, jene antikisirende Richtung zu Tage trat. So befremdlich heute unserem archäologisch und kritisch geschulten Auge nun auch die Anfänge dieser Richtung erscheinen mögen, in ihrer unbefangenen Verwendung der verschiedenartigsten, der Zeit und dem Stil nach oft weit auseinanderliegenden antiken Formen, den Künstlern jener Tage schwebte doch ein festes und bestimmtes Ziel vor Augen. Sie strebten nach einer strengeren und reineren Formenbildung, nach einer charakteristischen, der Bestimmung des Bauwerks entsprechenden Aufseuerscheinung. Ob dieselbe dabei an griechische, an römische oder gar an ägyptische Vorbilder erinnerte, war ihnen vorerst Nebensache, gleichwohl suchen sie schon im Bewufstsein ihrer höheren Vollendung unter den klassischen Formen die griechischen hervor, bevorzugen für den bildnerischen Schmuck ihrer Aufseuseiten und Innenräume das griechische Flachrelief, suchen endlich auch das Ornament nicht mehr willkührlich und sinnwidrig, sondern in bedeutsamer und schicklicher Weise zu verwenden. Sie spotten über die mit Löwenhäuten behangenen Bürgerhäuser des Barockstils, über die herabhängenden Lappen und Tücher, als ob man es mit der Ausschmückung eines Waschhauses oder eines Lazareths zu thun hätte.[1]) Statt dessen erscheinen von nun an allenthalben jene etwas mageren Rankengewinde, jene steifen Laubgehänge die sculpirten Kymatien, die Anthemienfriese mit antiken Masken und Füllhörnern, Vasen und Graburnen, die man an ihrer liebevollen aber unfreien Ausführung überall sogleich herauserkennt. Gentz unterläfst nicht, auf die Zweckmäfsigkeit der grofsen Rundbogenfenster an seinem Münzgebäude hinzuweisen. Sie überspannen die Wandnischen in den Aufsenmauern, woselbst die Schaukästen der Mineraliensammlung in bester Beleuchtung und ohne den Fufsboden des Raumes zu belasten aufgestellt waren. Die schweren dorischen Säulen des Einganges sind denen des Tempels von Korinth nachgebildet; dafs sie kein Gebälk tragen und zwischen stark geböschten Wänden eingeklemmt sind, als ob sie den Eingang zu einer Grabkammer zieren sollten, bekümmert ihn nicht. — Um übrigens diese Kunst von ihrer besten Seite kennen zu lernen, betrachte man die von ihr geschaffenen Innenräume, deren Berlin noch mehrere besitzt, so vor allen die durch von Erdmannsdorf ausgeschmückten Prachtsäle der ehemaligen Wohnung Friedrich Wilhelms II. im Königlichen Schlosse, einige Räume im Niederländischen Palais, im Vordergebäude von Schlofs Monbijou, den schönen Saal im ehemaligen von Hardenbergischen Palais, dem jetzigen Abgeordnetenhause.

Merkwürdig, dafs diese Zeit voller Hingebung an das klassische Ideal schon die ersten Keime einer neuen Richtung, die ersten bescheidenen Versuche zu einer Wiedererweckung der gothischen Kunst enthält, gleichsam als müfste sie, kaum im Begriff in neue Formen sich einzuleben, sich bereits des Zwanges derselben erwehren. Wie einst der Barockstil und das Rococo schon eine heimliche Hinneigung zur Antike verrathen, ihre Gärten neben wunderlichen chinesischen Theehäuschen gern mit griechischen Säulenhallen und Freundschaftstempeln ausgeschmückt hatten, so suchte jetzt die neuklassische Kunst in leiser Vorahnung der Romantik den Ausdruck für das Ländliche und Idyllische in gothischen Giebeln und Spitzbögen inmitten englischer Gartenanlagen. So erhoben sich auf dem Landsitze der Gräfin Lichtenau in Charlottenburg hart an der Spree die Thürme und Zinnen eines gothischen Lustschlöfschens, so sehen wir noch heute unter Bäumen versteckt im Parke des Schlosses Bellevue ein kleines bescheidenes Gehöft, die Meierei der Prinzessin Louise. Mit ihren gothischen Staffelgiebeln, Mafswerksfenstern und Strohdächern ist diese einfach ländliche Baugruppe ein Denkmal jener empfindungsreichen, im Aeufsern so anspruchslosen Zeit, das wir mit Rührung betrachten.

Berlin, im Mai 1888. R. Borrmann.

1) Etwas über die schickliche Verzierung der Façaden, von Riedel sen. in der Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten, die Baukunst betreffend. Jahrg. 1797, Bd. II, S. 52.

Backsteinbauten in Mittelpommern.

III. Klosterkirche Colbatz.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 44 bis 46 im Atlas.)

Geschichtliches.

Unter den mit Mönchen besetzten Feldklöstern[1]) Pommerns nimmt Colbatz in Bezug auf geschichtliche Bedeutung, da seine Aebte oftmals die Rolle von politischen Vermittlern zu übernehmen hatten, wie durch den Umfang seines Besitzes und besonders durch sein zum gröfsern Theile erhaltenes Kirchengebäude, welches in späterer Zeit als Münster bezeichnet wird, die erste Stelle ein. Unter dem Namen Meravallis (= Lauterthal) im Jahre 1173 von Wartislaw, einem Verwandten des Herzogs Bogislaw I. von Pommern, derzeitigem „Präfecten" der Stadt Stettin, „in honorem beate Marie" gegründet, erfreute es sich in besonderem Mafse der Gunst und des Schutzes der Herzöge, die in ihm eine Bürgschaft für den Bestand des Christenthums erkannten. Am 2. Februar 1174 bezog die im Jahre zuvor wohl nothdürftig hergestellten Räume ein Convent aus dem Kloster Esrom auf Seeland, welch letzteres, 1153 von Frankreich aus gegründet, der Linie Clairvaux angehörte. Derselbe fand ein fruchtbares Gefilde vor, das Thal der Plöne, und zwar am Nordende der Madue, jenes langhingestreckten gröfsten Binnensees in Pommern. Das Kloster grenzte nach Süden an den um Pyritz belegenen, oft mit der Magdeburger Börde verglichenen „Weizacker", gegen Westen an die noch heute vorhandenen prächtigen Buchwaldungen, welche den Uebergang in das zwei Meilen weiter westlich sich hinziehende Oderthal bilden. Wir finden die neuen Ansiedler alsbald in reger Thätigkeit, 1183 leiten sie die Plöne nach dem Dorfe Hofdamm ab und in demselben Jahre wird die wahrscheinlich aus Holz hergestellte Kirche zum ersten Male erwähnt. 1186 entsendet Colbatz bereits einen Convent nach Oliva und, nachdem die erste Ansiedelung daselbst durch die heidnischen Preufsen zerstört war, 1195 zum zweiten Male. Spätere Gründungen erfolgten in der Neumark, nämlich 1280 bzw. 1294 in Marienwalde (Winter, Cistercienser II 288. — Bergau S. 522) und 1300 (Winter, III 43) in Himmelstädt an der Warthe auf Veranlassung des Markgrafen Albrecht; bezogen wurde das Kloster indes erst 1386.

Am 23. März 1210, so berichten die nach Art eines Kalenders abgefafsten Colbatzer Annalen[2]), „monasterium nostrum (d. h. wie Klempin richtig auslegt: der Steinbau) inceptum est sub abbate Rudolfo", ferner am 3. December 1247: „Colbatz succensum est III nonas Decembris tercia feria post completorium", indessen ohne nähere Angabe, wie weit sich dieser Brand erstreckte. Wesentliche Bautheile wird er kaum betroffen haben. Ein zweites Unglück erlitt das Kloster 1253 durch einen kalten Blitzschlag, welcher einen Thurm (Dachreiter?) traf. Zu dem Jahre 1307 bemerken die Annalen: „sub domino Ditmaro abbate XII in . . . vigilia omnium sanctorum posita est crux et tabulata in choro conversorum, similiter et tumba principum, fuit consummata testudo in choro conversorum." Es handelt sich hiernach um den Abschlufs des inneren Ausbaues an dem bereits vollendeten Theile. Unter dem Kreuze im Chor der Conversen oder Laienbrüder ist das übliche Triumphkreuz zu verstehen, es schlofs den für die Ordensleute bestimmten Raum, welcher wohl auch noch einen Theil des Langhauses hinter den Kreuzflügeln umfafste[1]), gegen den für die Laien bestimmten Raum ab und wurde, wie wir es zum Beispiel in Cammin fanden, durch Holzrahmen mit Gitterfüllungen begrenzt. Vielleicht sind hiermit die „tabulata" bezeichnet. Mehr Wahrscheinlichkeit hat die Deutung auf das Chorgestühl, da unter „tabulatum" in der Regel ein Getäfel aus Holz[2]) zu verstehen ist. Unter der „testudo in choro conversorum", wird das Gewölbe der Vierung zu verstehen sein. Die letzte Nachricht über den Bau ist uns dem Jahre 1347 erhalten. Sie berichtet von der Einweihung des Gotteshauses, worauf 1349 die Umwehrungsmauer des Klosters vollendet wurde, von welcher nur noch ein Thurm im Dorfe übrig ist.

Baubeschreibung.

Immerhin läfst sich aus diesen flüchtigen Mittheilungen des Mittelalters ein einigermafsen vollständiges Bild von dem Fortschritt der Bauthätigkeit entwerfen. Wir fassen es kurz mit der Baubeschreibung zusammen: 1) Einschiffiger Chor und Querschiff mit den zwei, einer Gruppe von Cistercienserkirchen eigenthümlichen, nach dem Querschiffe hin geöffneten Capellen an jeder Seite der Kreuzarme, 1210 begonnen in einfacheren romanischen Uebergangsformen. 2) Dreischiffiges, achtjochiges, basilikenförmiges Langhaus in reicher durchgebildeten Formen des gothischen Uebergangsstils, 1307 auch im inneren Ausbau abgeschlossen. 3) Erweiterung des Chors von zwei auf drei Joche mit einem Schlufs nach drei Seiten des Achtecks, geweiht 1347. Die Seitenschiffe des Langhauses sind abgebrochen, ebenso die südlichen Kreuzflügelcapellen und der an der Südseite belegene Kreuzgang. Chor und Kreuzschiff dienen kirchlichen Zwecken, das Langhaus, dessen Arcaden vermauert sind, schon seit der Reformation, als Remise und in drei oberen eingebauten Geschossen als Kornspeicher und Lagerraum der königlichen Domäne. Durch einen in den fünfziger Jahren erfolgten, freilich mit auffallenden constructiven wie ästhetischen Mängeln behafteten Durchbau ist die Erhaltung des Bauwerks nur nothdürftig sicher gestellt; daher erscheint eine umfassende Wiederherstellung sehr wünschenswerth.

Mit Ausnahme der Verlängerung des Chors wird die Ausführung des Bauwerks nur durch eine, höchstens einige Jahr-

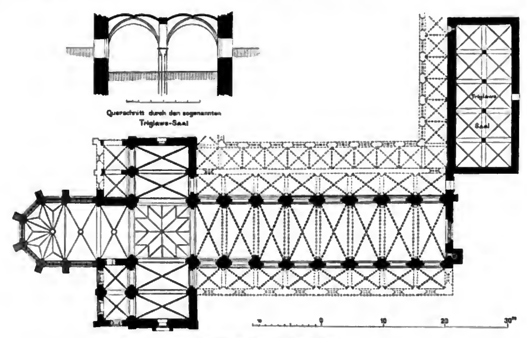
1) Es sind dies: I. aus dem Benedictinerorden a) Pudagla auf Usedom, bis auf zwei Bogenstellungen des schlichten gothischen Kreuzganges zerstört. b) Belbug bei Treptow a. R., hervorragend durch seinen Besitz und durch die Förderung, welche die Reformation aus seinen Mauern heraus empfing; untergegangen. c) Stolpe a. d. Peene (zerstört), später ebenso wie seine Tochter d) Buckow bei Rügenwalde, an den Cisterzienserorden übergeben. II. Nach Cistercienser Regel gestiftet: a) Colbatz. b) Eldena bei Greifswald, Ruine, Chor im Uebergangsstil, Langhaus gothisch. v. Haselberg, Inventar von Stralsund, Heft 2. 1885. c) Hiddensee auf gleichnamiger Insel an der Westküste Rügens, untergegangen. d) Neuenkamp, heute Franzburg, zum Theil erhalten; Uebergangsformen. v. Haselberg a. a. O. Heft 1. III. Dem Victoriner- (Augustiner-, eigentlich einem städtischen) Orden angehörig: Jasenitz an den westlichen Abhängen des Oderthals, unterhalb Stettins belegen, einfacher gothischer Bau, nur zum Theil erhalten.

2) Zweite Abtheilung des pommerschen Urkundenbuches. Stettin. 1878.

1) Heinhofer — vergl. S. 25 — berichtet 1617 von einem schönen, grofsen Crucifix, welches mitten in der Kirche gestanden, vielleicht meint er das Triumphkreuz.

2) Wie Tische, seltener — nach Du Cange — Zinnenbekrönungen oder der Abacus eines Capitells aus Stein.

zehnte umfassende Pause unterbrochen, im übrigen jedoch spätestens während des letzten Viertels des XIII. Jahrhunderts vollendet sein. In der **ersten Bauperiode** entstanden aufser Chor und Querschiff auch die beiden ersten Joche des Langhauses. Dieser Abschnitt zeigt romanische Fenster mit abgeschrägter, in den Bögen geputzter Leibung, ferner einfache wie sich durchdringende Rundbogenfriese. Die Lisenen zeigen eine dem Strebepfeiler sich nähernde Form mit einem **ganzen** Stein



Grundrifs der Klosterkirche Colbatz.

Vorsprung. **Neben** ihnen zieht sich am nördlichen Kreuzflügel ein zweiter, nur um einen Viertelstein vorspringender Wandstreifen herauf, der vielleicht als Stützpunkt eines die Giebellinie begleitenden, jetzt verschwundenen Rundbogenfrieses diente. Die romanische Dachneigung (Winkeldach) ist deutlich erhalten, ihr folgt auch das im vorigen Jahrhundert erneuerte Dach. Erst im Spätmittelalter ist der Giebel in eine steilere gothische „Katzentreppe“ umgewandelt. Dieser parallel steigt eine bei dem älteren Bautheil wohl den Abschlufs bildende Flachschicht in die Höhe, auf welcher in spielender Weise Zickzackmuster und Halbkreise, nur wenige Millimeter vertieft, eingeschnitten sind, sodafs sie nur dem scharf bewaffneten Auge erkennbar werden. Eine wagerechte Schicht dieser Muster findet sich auch über dem sonst einfachen, erheblich vorspringenden Eingang desselben Kreuzflügels. Ueber demselben ist noch im Mittelalter wegen Mangels an Licht ein gröfseres Fenster eingebrochen, sodafs die ursprüngliche, bescheidenere Anlage mit dreitheiliger Lichtöffnung nur in Bruchstücken erkennbar geblieben ist. Das Gewölbesystem ist nicht mehr gebunden, sondern es sind die quadratischen Grundflächen der Arme in zwei gleichlaufende Joche zerlegt. Die Kreuzgewölbe der Querflügel entstammen, wie ihr Rippenprofil beweist, der ursprünglichen Anlage. Auch die rechteckigen Gewölbe der ersten Joche des Langhauses, welche wenigstens in einem Ansatze vorhanden sind, zeigen markige Uebergangsformen. Die Gewölbestützen bilden Halbsäulen mit trapezförmigem Capitell, die attischen Basen zeigen im südlichen Kreuzflügel das Eckblatt in urwüchsiger Fassung. Die Form des ursprünglichen Chorschlusses läfst sich ohne Nachgrabung nicht ermitteln. Bei den gleichzeitigen Kirchen in Lehnin und



Ansicht der Klosterkirche Colbatz.

Cammin lehnen sich Halbkreisapsiden an die gerade geschlossene Ostwand, während das ebenfalls gleichzeitige Eldena einer solchen enträth.

Ein wesentlich vorgeschritteneres Gepräge zeigen die in dem zweiten Bauabschnitt ausgeführten westlichen sechs Joche des Langhauses, auf welche sich der ergänzte Querschnitt (Blatt 45) bezieht. Die Formen zwar gehören entschieden noch der Uebergangszeit an, dagegen springt in dem Aufbau die gothische Eigenart sofort in die Augen, obwohl nur noch die Umfassungswände des Mittelschiffs stehen geblieben sind. Indessen zeigen sich an ihnen Spuren von Strebepfeilern[1]), welche erkennen lassen, dafs man sich des neuen Systems vollauf bewufst war. Die Nord-, Süd- und Westmauern sind nicht gleichzeitig aufgeführt, zuletzt die Westwand. Am Obergaden der beiden ersteren nämlich wechseln die Fensterausbildungen. Auf der Nordseite finden wir spitzbogig geschlossene mit romanischer Leibung und eingelegten Rundstäbchen; zu beiden Seiten belebt je eine schmale Blende die Fläche, wie an gleicher Stelle an der Klosterkirche von Lehnin und an dem Dome in Krakau. Auf der Südseite tritt das reichere zweitheilige Fenster mit einer Rosette im Scheitel auf, wenn auch in einfacher Profilirung. — Die Gewölbestützen haben sich mit nur zwei aus dem Längenschnitte auf Blatt 45 erkennbaren Ausnahmen in achteckige Pfeilerdienste umgewandelt. Sie zeigen, wie die älteren, das Trapezcapitell. In besonders zierlicher Weise ist es bei dem dritten und vierten Pfeiler der Südseite ausgebildet, welche den kreisförmigen Grundrifs beibehalten haben, vgl. Blatt 44. Die achteckigen Pfeiler der an dieser Stelle entschieden spitzbogig geschlossenen Arcaden sind den Mittelschiffspfeilern ähnlich, doch scheint die Wiederherstellung das ursprüngliche Gepräge etwas verwischt zu haben.

Den gröfsten Reichthum entfaltet die Westseite (Blatt 45), welche sich dem von Stettin und Pyritz kommenden Reisenden zunächst darbietet. Das Mittelschiff ist von zwei, im Grundrisse quadratischen Strebepfeilern eingefafst, von denen der stärkere (nördliche), wie in Lehnin, als Treppenthurm dient. Zwischen ihnen öffnet sich über dem Kaffgesims ein mächtiges gothisches Fenster, dessen Mafswerk leider abhanden gekommen ist. Zu beiden Seiten ziehen sich lange, schmale Blenden herauf. Da der südliche Strebepfeiler erheblich schwächer ausfiel, als sein Gegenüber, so legte man, der frei bleibenden Wandfläche entsprechend, zwischen ihm und dem in der Längsachse der Kirche angeordneten Fenster in naiver Weise eine breitere, dreitheilige, im Scheitel mit kleeblattförmigem Mafswerk belebte Blende an. Das Giebelfeld wurde mit einer im Anschlufs an die Hausteintechnik eigenartig entworfenen, stattlichen Rosette von rund 5 m Durchmesser gefüllt, wie sie grofsartiger im norddeutschen Backsteingebiete nicht wieder vorkommt. Der Hintergrund ist geputzt. Die Technik ist, wie überhaupt an dem Bauwerke, mustergiltig. So hat sich auch dieser schöne Schmuck der Westseite, der sich mit den edelsten Backsteinbauten vollauf messen kann, wohl erhalten. Den oberen Theil des Giebels füllten kleine spitzbogig geschlossene Blenden, welche nur andeutungsweise auf uns gekommen sind. Ein Eingang zum Mittelschiff fehlt, wie bei Cistercienserkirchen so oft, auch hier; nur eine Pforte führt in das südliche Seitenschiff. Der jetzt eingebrochene Eingang kennzeichnet sich durch seine häfsliche Form als eine Neuerung, die auch aus praktischen Gründen ungerechtfertigt war.

Sofort in die Augen fallend ist die Aehnlichkeit des jüngeren Theiles mit der Klosterkirche in Lehnin. Wie solche bereits für die Nordseite nachgewiesen ist, so äufsert sie sich an der Westseite nicht nur in der Entwicklung des Aufbaues mit den beiden eigenartigen Strebepfeilern und der Rosette im Giebelfelde, sondern auch in der unmittelbaren Benutzung der dort verwandten Modellformen des aus grofsen Platten gebildeten Rundbogenfrieses, welcher dort das Hauptgesims des Langhauses, hier das Kaffgesims der Westseite bildet. Bei dem regen Verkehr der Cistercienser unter einander, zu welchem besonders auch die alljährige Beschickung der General-Capitel einlud, kann diese Thatsache nicht befremden. Wem das höhere Alter zuzusprechen ist, wird sich mit Sicherheit wegen Mangels an urkundlichen Nachrichten nicht feststellen lassen. Da sich Lehnin mehr dem romanischen System anschliefst, ist eine Uebertragung der Formen von dort nach Colbatz das wahrscheinlichere. Diese im übrigen in durchaus selbständiger Weise erfolgte Anlehnung ergiebt einen Anhaltspunkt zur Zeitbestimmung unserer Westseite, da wir wissen (Bergau S. 481), dafs Lehnin im Jahre 1262 geweiht wurde. Mit der Annahme der gleichzeitigen Vollendung des Langhauses in Colbatz reimt sich der oben zum Jahre 1307 mitgetheilte Bericht insofern, als man nach Vollendung des Massivbaues in den letzten Jahrzehnten des XIII. Jahrhunderts dem wohl bis dahin einfach ausgestatteten Gotteshause ein reicheres Gewand anzulegen sich anschickte. Darauf führt in erster Linie die in älterer Zeit nicht gestattete[1]) Aufstellung einer Tumba, eines sargähnlichen Denkmals für die herzogliche Familie. Da nun auch das Gewölbe der Vierung nicht mehr das ursprüngliche romanische ist, so dürfen wir mit Recht vermuthen, dafs wir es an dieser Stelle mit der „testudo" von 1307 zu thun haben. Ein Theil der am Langhause verwendeten Motive ist auch anderweitig benutzt worden. So finden wir den eigenthümlich kräftigen Rundbogenfries in gleicher Profilirung (aber noch reicherer Fassung) am Hochschlosse in Marienburg, wahrscheinlich, wie in Lehnin, vom Dome in Magdeburg übernommen, so die beiden ungleichen Strebepfeiler an derselben Stelle in Eldena, hier unzweifelhaft in Anlehnung an Colbatz entstanden, dessen Mauern den Abt von Eldena nachweislich oftmals aufnahmen.

Für die älteren Theile des Bauwerks glaubt Kornerup[2]) entschieden den Einflufs Dänemarks annehmen zu müssen, wohl von der Thatsache voreingenommen, dafs dänische Mönche die ersten Insassen von Colbatz waren. Allerdings waren auch Eldena, Belbug, Dargun (in Mecklenburg) und das Nonnenkloster Bergen von Norden aus besiedelt, allerdings befand sich sogar das alte Herzogthum Rügen, das jetzige Neuvorpommern, eine Reihe von Jahrzehnten hindurch in politischer Abhängigkeit von Dänemark gerade um den Ausgang des XII. Jahrhunderts, allerdings endlich war noch in der Spätzeit des Mittelalters ein aufserordentlich reger Verkehr der deutschen Hansa nach dem Norden vorhanden, zu dem Dänemark die erste Zwischenraststelle bildete, wie denn auch schon in vorgeschichtlicher Zeit,

1) Deutlicher auf der Südseite, als auf der Nordseite, wo bei der Restauration die Ansatzstellen zugeflickt sind. Lisenen hätte man wegen der grofsen Mühe beim Abbruch kaum beseitigt, wogegen die Strebepfeiler durch den Abbruch der Seitenschiffe ihren natürlichen Stützpunkt verloren, daher zu entfernen waren.

1) Dohme, Cistercienserorden, Leipzig 1869, S. 31.

2) „Die Verbindung des Klosters Esrom mit den wendischen Ländern und deren architektonische Spuren", aus dem Dänischen übersetzt von G. v. Rosen in den „Baltischen Studien", Stettin. 1883. I.

welche für Pommern bis zur Wende des XI. Jahrhunderts reicht, entwickelte Handelsbeziehungen dorthin nachweisbar sind. Ungleich wichtiger aber wurde für Pommern der Einfluſs deutscher Cultur, welche Dänemarks Bestrebungen derart überflügelten, daſs es sich im eigentlichen Pommern eine dauernde Machtstellung nie erwerben konnte. Nur auf gelegentlichen Streifzügen wurde Pommerns Küste von seinem Kriegsvolk beimgesucht. Deutsche Bevölkerung aber strömte seit der Mitte des XII. Jahrhunderts unaufhaltsam nach dem Osten, verdrängte mit Zähigkeit die slavischen Eingeborenen und füllte die Klöster. Schon 1173 finden wir eine „villa Teutonicorum" (deutsches Dorf) Colbatz erwähnt. 1187 erhalten die Deutschen in Stettin eine eigene Capelle. 1237 übertrug der Herzog die Gerichtsbarkeit in dieser Stadt, welche bis dahin die Wenden gehabt hatten, auf die Deutschen, 1243 wurde Prenzlau erste deutsche Stadt in Pommern, ihr folgten in schneller Reihe die meisten Städte Mittelpommerns. Deutscher Einfluſs wurde allein bestimmend für die Entwicklung der slavischen Länder. Wenn daher um 1210, also während des zweiten Menschenalters in Colbatz dänischer Einfluſs an und für sich unwahrscheinlich genug ist, so erscheinen auch die Beweisgründe Kornerups aus dem Gepräge der Formengebung am Bauwerke selbst nicht zwingend zur Annahme nordischer Beeinflussung. Uebrigens läſst sich auſser der ersten Besetzung weder aus Urkunden noch aus den Geschichtswerken der geringste Verkehr zwischen Colbatz und Esrom nachweisen. Ein näher begründetes Urtheil wird sich deutscherseits nur sprechen lassen, sobald uns dänische Backsteinbauten in einigermaſsen gröſserer Zahl in Aufnahmen vorliegen, während daran bis jetzt gänzlicher Mangel herrscht. Im allgemeinen ist übrigens zu bemerken, daſs bei dem Cistercienserorden das Filiations-Verhältniſs auf den Bau selbst wenig von Einfluſs war, weil besonders die Grundriſsform sich innerhalb enger Schranken hielt und oft wiederholt wurde. Weitaus bedeutendere Anregung scheinen dem Bruder Baumeister die auf dem Wege nach Frankreich belegenen Klöster gleichen Ordens geliefert zu haben, wo das Mutterkloster wenigstens in der hier in Frage kommenden Zeit alljährlich noch regelmäſsig besucht wurde.

Den Schluſs der Bauthätigkeit des Mittelalters bildete in Colbatz die Erweiterung des Chors, sei es, daſs die Zahl der Klosterinsassen sich mit den fortlaufend vergröſsernden Besitzungen steigerte, sei es, was das wahrscheinlichere ist, daſs die bei den kleinen romanischen Fenstern mögliche Lichtzufuhr den Ansprüchen späterer Zeit nicht mehr genügen mochte, oder auch der vielleicht einfache Abschluſs der Ostwand dem verwöhnten Geschmack der Mönche nicht mehr entsprach, wie wir gleichen Bestrebungen ein halbes Jahrhundert später thatsächlich in den Klöstern Dargun und Verchen bei Demmin begegnen. Uebrigens betrug diese Erweiterung nur etwa 7 m. Diese zeigt einfache viertheilige hohe Fenster und abgestufte Strebepfeiler, deren Kanten mit einigen Glasursteinen eingefaſst sind, im innern zierlich, fast überfein gegliederte Dienste für Sterngewölbe, während sich die neu eingezogenen Gewölbe durchaus plump an die Grundform anschlieſsen, abgesehen davon, daſs sie nicht einmal die durch die Zahl der Dienste deutlich gegebene Form beachten.

Alle wesentlichen Perioden mittelalterlicher Kunst, soweit sie für die östlichen Striche Deutschlands in Frage kommen, haben somit ihrem Denken und Schaffensdrange an diesem Bauwerke Ausdruck gegeben und darum ist dasselbe des gewaltigen Eindruckes auf ein empfängliches Gemüth sicher. Der altersgraue Schleier der tiefbraun gefärbten Ziegel hat alle nach Alter und Werth so verschiedenen Theile stimmungsvoll vereinigt. Die freundlich-jugendliche Waldlandschaft, welche der Wanderer, vom Bahnhof Finkenwalde oder Altdamm kommend, durchschreitet, oder gar das ernste, hochragende Kiefernholz, welches ihn von der näheren Haltestelle Hohenkrug ab begleitet, bereiten ihn würdig auf das Denkmal der Vergangenheit vor, indem sie hinweisen auf die Thatkraft, welche den Erbauern bei damaligen, reger Bauthätigkeit viel ungünstigeren Zeitverhältnissen innewohnen muſste.

Nebenbauten.

Verweilen wir zum Schlusse noch in den zu dem Kloster gehörigen Wohn- und Wirthschafträumen. Da dieselben bis auf drei aus Ziegeln erbaute, mit Strebepfeilern besetzte Scheunen verschwunden sind, legen wir hierbei eine uns erhaltene Karte von Pommern zu Grunde, welche auf Veranlassung des kunstsinnigen Herzogs Philipp II. vom Professor Lubin in Rostock gezeichnet und 1618 in Holland gestochen wurde. Auf dem Rande derselben sind als Fries Ansichten der bedeutenderen Ortschaften Pommerns aus der Vogelschau dargestellt, welche, in der Art Merians gezeichnet, zwar kein genaues Bild abgeben, doch aber vielfach als Ergänzungen von unschätzbarem Werthe für die Geschichte unserer Baudenkmäler sind. Unter ihnen befindet sich eine Ansicht von Colbatz. Die Richtigkeit der Darstellung läſst allerdings gerade bei diesem Orte mehr zu wünschen übrig, als gewöhnlich. Der Standpunkt des Beschauers ist insofern unglücklich gewählt, als man keine Vorstellung von der Längenausdehnung der Kirche gewinnt. Ebenso ist die Ausbildung des Chors als zweigeschossige Anlage fehlerhaft. Immerhin ergiebt sich aus der Betrachtung des Bildchens für das Langhaus das Ergebniſs, daſs die drei Schiffe im Westen von einem gemeinsamen, abgetreppten Giebel begrenzt waren.

Der Umfang der Klostergebäude war weniger bedeutend, als sich nach dem Reichthum der Abtei von vorn herein vermuthen läſst. Die erhaltenen Reste sind in baulicher Hinsicht unbedeutend. Höheren Kunstwerth dürfen wir nur einigen Innenräumen zumessen. Der Kreuzgang, dessen Grundriſs sich ebenso wie der der Seitenschiffe aus den Ansatzspuren, unter Berücksichtigung ähnlicher Anlagen in Pommern, ermitteln lieſs, fehlte jedenfalls an der mit dem Langhause gleichlaufenden Südseite des inneren Hofes, in dessen Mitte ein Brunnenhäuschen oder eine Todtencapelle stand. Früherer Zeit des Mittelalters gehört ein halb in das Erdreich eingeschnittener, zweischiffiger, kreuzgewölbter Raum an, der sogenannte „Triglawssaal", auf der Westseite des Kreuzganges belegen. Er ist in Grundriſs und Schnitt auf S. 301 dargestellt. Die Ausbildung ist einfach. Die Gewölbestützen bilden achteckige Pfeiler mit Trapezcapitell in sparsamster Fassung. Als Bogenlinie dient der Halbkreis. Wie der halbverschüttete Raum jetzt als Kartoffelkeller benutzt wird, so beweisen auch seine Höhenlage und die schlitzartigen Fenster eine untergeordnete Art der Benutzung im Mittelalter. In Maulbronn liegt an dieser Stelle ein Vorrathsraum, darüber das Winterrefectorium der Conversen. An der obern Ostmauer sind die Ansätze der Gewölbe des Kreuzganges erhalten. Dem 13. Jahrhundert scheinen eine Reihe

von Capitellen anzugehören, welche im Domänengarten aufgestellt sind oder theilweise sich im Privatbesitze daselbst befinden. Sie gehören zu kreisförmigen Säulenschäften von rund 35 cm im Durchmesser und sind aus Kalkstein gearbeitet. Im wesentlichen die Kelchform zeigend, sind zwei mit figürlichen Darstellungen geschmückt: a) 4 kauernde Mönche an den Ecken, ein ähnlicher vom Schlosse zu Saazig daselbst im Privatbesitz; b) eine Beschwörung des in fratzenhafter Gestalt mit plumpem Kopf und langem Schwanz vorgeführten Teufels, der einen Mönch bei der Kutte packt; die andern mehr oder weniger reich mit sauber gearbeitetem Laubwerk (Passionsblume, Eiche, Feige und idealisirtem Acanthus) ausgebildet. Auch eine Basis mit Eckblatt ist vorhanden. Sie sind auf Blatt 46 dargestellt. Ein ähnliches Capitell vom gräflich Ebersteinschen Schlosse in Naugard ist der Sammlung der Gesellschaft für Pommersche Geschichte und Alterthumskunde in Stettin einverleibt, ein anderes vom Schlosse in Saazig steht vor der Thurmthür in Jacobshagen. Von den Colbatzer Capitellen stammt das „Teufelscapitell“ aus dem später als „herzogliche Schlafkammer“ bezeichneten Raume, dem früheren Abtshause. Das Capitell mit den kauernden Mönchen versetzte der Nürnberger Patricier Philipp Hainhofer, welcher im Jahre 1617 längere Zeit an dem Hofe seines fürstlichen Freundes, Herzogs Philipp II. von Stettin, weilte und seine Erlebnisse in einem Tagebuche[1]) aufgezeichnet hat, in den „grofsen Saal“, wahrscheinlich das frühere „refectorium patrum.“

H. Lutsch.

Scene der Alten und Bühne der Neuzeit.

Ein Beitrag zur Lösung der Volkstheaterfrage, zugleich ein Versuch zur Raumgestaltung grofser Zuschauerräume, aus den bisher üblichen Theaterformen entwickelt.

Einleitung.

In allen Grofsstädten ist in neuerer Zeit die Frage der Volkstheater in den Vordergrund getreten. Vom Theater, welches eine Bildungsstätte sein sollte für die gesamte Bevölkerung, sehen sich die ärmeren Klassen und selbst der gröfste Theil des Mittelstandes ausgeschlossen. Ohne einen Ort der Erhebung über das Gewöhnliche, der Anregung zu idealem Streben verkümmern im rauhen und rohen Kampf ums Dasein nach und nach unaufhaltsam in jenen breiten Schichten die Früchte der Erziehung. Immer noch sind die Menschen zu bessern und auch zu bekehren. Die Weisheit der Studirstube thut's freilich nicht! Dazu gehört das freie Wort auf offener Scene, die ergreifende Theilnahme an den Fügungen des vor den Augen der Zuschauer sich vollziehenden irdischen Geschicks, der Wohllaut menschlicher Stimme, die Darstellung durch formvollendete Gestalten im licht- und farbenreichen Rahmen einer künstlerisch hergerichteten Bühne. Ein Brennpunkt für das Zusammenwirken von Malerei, Sculptur und Architektur, von Poesie und Musik äufsert das Schauspiel einen Einflufs auf die Geister wie keine andere Kunst für sich allein.

In Wien geht man heute, nachdem durch die Grofsherzigkeit des Kaisers der Bauplatz geschenkt ist, mit der Errichtung eines Volkstheaters vor. In München besteht durch königliche Unterstützung ein solches seit länger als 10 Jahren. Für Paris ist ebenfalls vor einem Jahrzehnt von den Architekten Davioud und Bourdais ein grofser Rundbau, welcher 6000 Personen fassen soll, an der Place de la République geplant worden. Der Gedanke, vom Publicum und den Behörden beifällig aufgenommen, konnte bei der Zerfahrenheit der jetzigen politischen Zustände bisher nicht zur Ausführung gedeihen. Zudem stehen der Rundform, welche allein eine so grofse Zahl von Plätzen ermöglichen würde, Bedenken aus optischen und akustischen Rücksichten entgegen.

Wie fast alle Fragen der Heutzeit ist die Theaterfrage eine Geldfrage, welche sich dahin zuspitzt: Wie kann eine gute Vorstellung auch den Unbemittelten — also für einen bescheidenen Preis — geboten werden? Sie läfst sich nur dadurch lösen, dafs

1. die Behörden für eine solche in hohem Grade öffentliche Angelegenheit eintreten, sie durch Hergabe eines Bauplatzes unterstützen, und sie in die Hand tüchtiger, mit der Aufgabe vertrauter Männer legen,

2. das Theater eine solche Gröfse und so viel Plätze erhält, um durch den Ertrag der letzteren, trotz des geringen Eintrittspreises die Verwaltungs- und Unterhaltungskosten des Unternehmens ohne nennenswerthen Zuschufs aus öffentlichen Mitteln aufbringen zu können. Die gröfsten bisher erbauten Theater (Scala in Mailand, S. Carlo in Neapel usw.) sollen bis 3000 Menschen aufnehmen. Dabei wird der gröfste Theil des Parterres durch Stehplätze eingenommen, und die Seitenlogen haben einen nur ganz mangelhaften Ueberblick über die Bühne. In Wahrheit liefsen sich auch in diesen Häusern kaum 2000, und beispielsweise im Opernhause in Berlin höchstens 1500 befriedigende Sitzplätze anbringen.

In den Abbildungen 4 bis 7 ist ein Theater skizzirt, welches 4250 Sitzplätze enthält. Am Schlusse dieser Abhandlung ist mit durchaus nüchternen Zahlen nachgewiesen, dafs bei Eintrittspreisen, welche je nach ihrer Lage von 0,50 und 1 ℳ bis auf 2 und 2,50 ℳ festzusetzen sein, dafür aber auch beim billigsten Satze gute, anständige Sitzplätze bieten würden, eine gewandte Leitung recht hervorragende Darstellungen leisten könnte. Erforderlichenfalls wäre es sogar möglich, die Abmessungen noch etwas zu dehnen, die Zahl der Plätze ohne grundsätzliche Aenderung des Grundrisses auf 5000 zu erhöhen, und so die Verhältnisse bezüglich des Kostenpunktes noch vortheilhafter zu gestalten.

Im Aeufsern mag der Bau schlicht und einfach sein. Bei guten Verhältnissen werden schon die Massen allein sich hinreichend geltend machen. Es ist daher von Zeichnungen der Aufsenseiten um so mehr abgesehen worden, als diese ganze Untersuchung nicht im Aesthetisch-Architektonischen, sondern allein im Theater-Technischen ihren Schwerpunkt sucht. Im Innern aber sollen die Zuschauer von ihren Plätzen nicht nur gut sehen und hören können, sondern auch noch stattliche Nebenräume zur Erholung in den Zwischenacten finden, wie sie die heutige Zeit erfordert. Die Sicherheit des Publicums und Bühnenpersonals ist über jeden Zweifel zu erheben, ohne in verwickelte Einrichtungen zu verfallen, deren Gangbarkeit auf

[1]) Herausgegeben in den Baltischen Studien, II. Band. Stettin 1836.

die Dauer immer fraglich bleiben wird. Haus und Bühne müssen bei ihrer Grundrifsgestaltung in strengste Abhängigkeit von einander gebracht werden. Grofse Massen können im Zuschauerraum nur dann gut gesetzt werden, wenn auch die Bühnenöffnung bedeutende Mafse aufweist. Das Bühnenbild mufs so angeordnet sein, dafs es immer und für jeden Platz bis in den Hintergrund übersichtlich bleibt. Diese Anforderung wird durch die heutigen Theater in Hufeisenform und mit schmaler tiefer Scene durchaus nicht erfüllt. Nur die mittlere Zone des Zuschauerraumes zwischen den verlängerten Seitenlinien der Kulissen kann die Bühne voll übersehen. Die Seitenplätze aufserhalb jener Zone müssen darauf verzichten, dem Darsteller mit den Augen zu folgen, sobald er sich der zweiten und dritten Kulisse auf ihrer Seite nähert. Daher dieses störende und lästige Aufstehen, dieses gefahrdrohende Ueberbiegen der Zuschauer auf den hinteren Reihen der Seitenlogen, welches während des ganzen Abends bald rechts, bald links stattfindet. Es läfst sich dies nur abstellen durch eine Umformung der Bühne. Unsere heutige Bühne, deren einzelne Bestandtheile in besonderer Abhandlung eingehend erörtert werden, ist ein Erzeugnifs jahrhundertelanger praktischer Erfahrung. In ihrem Scheinleben hat alles seine guten Gründe. Die Festigkeit der Constructionen ist auf ein gerade ausreichendes Mafs herabgesetzt, damit die leichte Beweglichkeit erhalten bleibt. Die Fähigkeit rascher Verwandlung, das bequeme Auf- und Abtreten der Schauspieler, einzeln wie in Masse, darf nirgends erschwert werden. Nur bei genauester Kenntnifs dessen, was eine Aenderung gestattet, kann überhaupt geändert werden. Durch die Ueberlieferung ist für alle heutigen Theaterstücke die scenische Einrichtung, welche jeden Schritt, jede Gruppenbildung der Darsteller bestimmt, eine so feststehende geworden, dafs innerhalb derselben nur wenige Abweichungen möglich erscheinen. Diejenige Inscenirung, welche den dichterischen Gedanken am überzeugendsten zum Ausdruck bringt, ist die vollkommenste, und nur ganz ausnahmsweise vielleicht noch eine zweite eben so gute möglich. Bei den deutschen Schauspielen fällt diese wichtige Aufgabe gewöhnlich dem Regisseur zu; die französischen Schauspieldichter halten es mit Recht für nöthig, im Texte ihrer Werke jede Stellung der Schauspieler genau zu bezeichnen. Die Veränderungen an der bestehenden Bühneneinrichtung, welche vom Verfasser empfohlen werden, haben sich daher aufser der wesentlich verbreiterten Bühnenöffnung auf eine stärkere Zusammenziehung des Kulissenstandes nach dem Hintergrunde zu und auf die Umgestaltung des Vordergrundes beschränken müssen. Für die Architekturen des Vordergrundes — letzterer besteht überwiegend aus solchen — wird damit der bisher mangelnde schaubildliche Zusammenhang und so zugleich der Eindruck der Körperlichkeit, der Wirklichkeit herbeigeführt. Die Einrichtung behält dabei die Fähigkeit rascher Verwandlung, welche die jetzige sogenannte geschlossene Decoration nicht besitzt. Die gröfsere Breitenentwicklung der Bühne führt auch für die Gruppenbildung der Massen, die sich übersichtlicher als bei grofser Tiefe gestalten läfst, wesentliche Vortheile herbei, ohne diese Massen in das Hintergrundsbild zu drängen und dessen schaubildliche Wirkung zu vernichten. Dies ist die Ueberlegenheit der Anordnung gegenüber der übermäfsig breiten aber flachen antiken Scene, deren Vorzüge sie sonst annimmt und mit der Möglichkeit verschmilzt, während auf den Kulissengassen des Vordergrundes gespielt wird, hinter dem Schlufsprospect noch hinreichenden Raum zu behalten, um dort die häufig unumgänglich nöthigen, sofort bei der Scenenverwandlung sichtbaren Aufzüge des ganzen übrigen Personals zu ordnen. Die überraschende Wirkung ist hierbei weniger wichtig als die bedeutende Zeitersparnifs. (Langhans in seiner Katakustik über den Vorschlag Catels!)

Die antike Scene mit dem Halbrund des griechischen Theaters hat den Anforderungen ihrer Zeit jedenfalls meisterhaft entsprochen. Musik und Tanz waren gleich berechtigt mit der Poesie, welche in unsern Tagen die Bühne für die alleinige Pachtung der Dichtkunst angesehen wissen möchte. Der Schauspieldichter soll den Vorrang haben; er mufs aber duldsam sein gegen die Schwesterkünste und gegen die Zuschauer, welche aufser für Poesie und Musik noch lebhaftes Empfinden fühlen für den Schmuck des Bühnenbildes durch die bildenden Künste. Schon in Athen hat die Ausstattung des Chores und der Scene manchem Chorführer das Vermögen gekostet. Unser heutiges Publicum würde freilich an einem griechischen, halb gesungenen, halb gesprochenen, vielfach durch Chortänze dargestellten Trauerspiel oder Lustspiel wahrscheinlich ebensowenig Geschmack finden, wie an der Erscheinung der Darsteller, an den starren Zügen der Maske und dem hohen Lockenaufsatze, welcher den Kopf unverhältnifsmäfsig stark machte. Der Kothurn konnte dieses Mifsverhältnifs nicht ausgleichen. Nach den mittelalterlichen Mysterien brachte die Renaissance an den Fürstenhöfen Italiens auch den antiken Theatergedanken wieder ans Tageslicht. Peruzzi und Serlio nahmen die Pläne des Marcellustheaters in Rom auf. Aber weder die Hufeisenform, zu welcher der antike Halbkreis bei den Beleuchtungsschwierigkeiten einer breiten Bühne zusammengebogen wurde, und die sich als mafsgebend in allen Ländern Europas bis in unser Jahrhundert erhielt, noch die neuesten Bestrebungen in Paris mit den Rundtheatern nach dem Muster des Trocadero-Rundbaues haben zu einer befriedigenden Lösung der Volkstheaterfrage führen können. Der Schrift von Hans Herrig „Luxustheater oder Volksbühne“ ist eine Skizze von O. March beigefügt, in welcher dem eingangs erwähnten Plane eines Pariser Volkstheaters von Davioud und Bourdais strahlenförmig angeordnete Treppenhäuser als Ergänzung zugefügt worden sind. Die Scene ist auf eine kleine, flache Hinterbühne eingeschränkt, welche als Schlufsdecoration wirken soll und auch nur als solche wirken kann. Die Vorderbühne, welche wie eine antike Orchestra halbkreisförmig in den Zuschauerraum vorspringt, mufs daher den Einzeldarstellern und dem Chor zusammen als Ort der Handlung dienen, zumal die Hinterbühne zu beschränkt ist und ihren Zweck, die schaubildliche Ferne darzustellen, einbüfsen würde, sobald nur der Schatten eines Darstellers auf den Schlufsprospect fällt. Die Aufgabe, einen Raum für Festspiele und ähnliche Darstellungen zu entwerfen, ist damit in glücklicher und anerkennenswerther Weise gelöst. Ein Volkstheater, in welchem unsere classischen Schauspiele und Tondichtungen in erster Linie vorzuführen sind, ist es nicht. Nahezu alle diese Werke verlangen für ihre Aufführung eine Tiefe, welche, wie oben erwähnt, gestattet, hinter einer flachen Vordergrunddecoration die Gruppe der folgenden Scene für die Verwandlung fertig zu stellen. Sowie der Bühne indessen diese Tiefe gegeben wird, wird die Kreisform des Zuschauerraumes unbrauchbar, da dann für mehr als die Hälfte der Plätze der volle Ueberblick über die Bühne verloren geht. Ein leicht begreifliches dramatisches Gesetz schreibt Steigerung

der Wirkung zum Actschlufs vor. Der Eindruck der Schlufsscene ist ein bleibender, wenn sie den Augen des Publicums durch den fallenden Vorhang rasch entzogen wird. Wie gestaltet sich dieser wichtige Moment auf jener halbrunden Vorbühne? Da der Vorhang weit rückwärts liegt: eine kraftlose Auflösung der ganzen Gruppe und ein Abmarsch nach hinten, welcher durchaus nicht tragisch wirkt! Wenn ein solches Mindestmafs von Bühne genügte, würde R. Wagner der Scene im Festspielhause in Bayreuth wahrlich nicht diese bedeutenden Abmessungen in Breite und Tiefe gegeben haben. Er kannte die scenischen Nothwendigkeiten gründlich und wufste, wie wirksam ein schönes Bühnenbild die Stimmung unterstützt, welche zur völligen Hingabe an eine Dichtung für die Zuschauer erforderlich ist. Die Decoration der Scene kann so farbenprächtig und formenschön sein, wie nur möglich (sie darf nur nicht über den dichterischen Gedanken hinauswuchern wollen), dann ist sie Hülfe und Stütze des Schauspiels und keine Nebenbuhlerin, wie G. Freitag, Herrig und manche andere Bühnendichter anzunehmen geneigt sind.

Beim Bayreuther Theater liegt der entscheidende Fortschritt in der Ringausschnittform des Zuschauerraumes, dessen Sitzreihen sich nach Art der Amphitheater über einander erheben. Auf derartige Form hatte sowohl Langhans wie später französische Architekten (Daly nennt sie gelegentlich „cerf-volant") bereits hingewiesen, ohne für ihre eigenen Bauten von der überkommenen Rundform und deren gröfserem Reize sich lossagen zu können. Dieser wichtigen Gestaltung des Hauses ist in Bayreuth indessen die Bühne nicht unterworfen worden. Sie ermangelt daher für einen grofsen Theil der Seitenplätze der vollen Uebersichtlichkeit.

Die vom Verfasser vorgeschlagene Anordnung schliefst die Scene mit weiter Oeffnung den Verlängerungen der strahlenförmigen Seitenwände eines Zuschauerraumes in Ringausschnittform an, und erweitert diesen Gedanken andrerseits zugleich auf den tief ausgedehnten einzigen Rang. So allein erschien es möglich, mehr als doppelt soviel Sitzplätze wie bisher in den gröfsten deutschen Theatern zu gewinnen, welche sämtlich die Bühne befriedigend überblicken können. Die Akustik ist durch die keilförmige Gestaltung des Zuschauerraumes und durch planmäfsige und streng durchgeführte Ausbildung aller für die Zurückwerfung der Töne nutzbaren Flächen gewährleistet. Die Erörterungen darüber stützen sich auf die Erfahrungen von Langhans und auf eigene Beobachtungen. Sie kommen daher zu Folgerungen, welche sich von denen der Pariser Baumeister in wesentlichen Punkten unterscheiden. Die Anregungen, welche A. Orth verschiedentlich in dieser Hinsicht, wenn auch vorzugsweise für die Akustik in Kirchen gegeben hat, waren eine willkommene Bestätigung für die Richtigkeit des eingeschlagenen Weges. Die grundsätzlichen Fragen betreffs der Anlage der Bühne, der Sitze, der Treppen, der Ausgänge, der raschen Leerung des Hauses usw. sind auf Grund der Erfahrungen, welche Verfasser beim Bau und der langjährigen Verwaltung eines neueren Stadttheaters gemacht und durch das Studium einer grofsen Zahl deutscher, französischer und italienischer Häuser vervollständigt hat, zu lichten und zu ordnen versucht worden. Die Anordnung der Orchester hat hierbei ebenfalls erörtert, und dem übertriebenen Bestreben, alles Holzwerk grundsätzlich aus den Theatern zu verbannen, in Bezug auf gröfsere Theater vorzugsweise aus akustischen Gründen, entgegengetreten werden müssen. Ferner giebt es für die unmittelbare Berührung mit dem menschlichen Körper keinen angenehmeren, schöneren, saubereren und billigeren Baustoff, als das Holz. Dasselbe ist endlich für einzelne Theile der Bühne, welche im übrigen unverbrennlich herzustellen ist, nicht zu entbehren. Die befriedigende Sicherheit kann durch anderweite Mafsregeln gewahrt werden ohne die ultima ratio: „Alles von Eisen!" — „Alles von Eisen!" wiederholte kürzlich mit berechtigter Ironie ein Fachgenosse: „am besten auch das Bühnenpersonal und das Publicum."

Im Eingange ist auf Wien, München und Paris hingewiesen worden. Die Verhältnisse in Berlin liegen nicht besser. Die Eintrittspreise des Opernhauses, des Schauspielhauses und des deutschen Theaters sind so hoch, dafs aufser den vielen Fremden nur etwa 100 000 reiche oder doch sehr wohlhabende Leute das stetige Theaterpublicum bilden. Der Rest, d. h. mehr als $1\frac{1}{4}$ Million der Einwohner, kommen gar nicht oder doch nur ganz ausnahmsweise in ein Theater. Für das körperliche Wohl seiner Bevölkerung hat Berlin durch seine grofsartigen gesundheitlichen Anstalten, durch Wasserleitung, durch Canalisation mehr geleistet, als irgend eine andere Stadt der Welt. Für die Erziehung der Jugend geschieht Bedeutendes. Sollte, nachdem zu alledem viele Millionen verwendet worden sind, die Errichtung einer Volksbühne an den verhältnifsmäfsig geringen Anforderungen scheitern, welche damit an den Säckel der Stadt gestellt werden? Ein solches Theater würde für die weniger bemittelten Klassen und für die Arbeiterbevölkerung eine Stätte der Erholung und eine Bildungsanstalt werden, wie sie andere Weltstädte bisher vergeblich angestrebt haben! Die Gesundheitspflege des Geistes durch Förderung der idealen Richtung hat doch auch ein gewisses Anrecht auf Theilnahme und Unterstützung einer Stadt, welche durch ihre geistige Bedeutung und durch ihre financielle Kraft so manches Königreich überragt!

Die heutige Bühne.

Die Bühnenwirkungen der Zeit Ludwigs XIV. Die Grenzen des Darstellbaren. Der Ausschufs zur Umänderung der Bühne in Paris.

Es scheint, dafs die Einrichtung der Bühne und Kulissen, Soffitten, Versenkungen usw. seit Jahrhunderten keine wesentlichen Veränderungen erfahren hat. Die französische Bühne leistete zu Zeiten Ludwigs XIV. bereits alle Bühnenwirkungen, durch welche unsere heutigen Ausstattungsstücke glänzen. Das Textbuch des „Kadmus" giebt 1674 folgende Beschreibung der Drachenscene: „Die ländlichen Tänzerinnen, welche dem Gotte Pan gefolgt sind, beginnen ein Fest, das plötzlich durch eine Art Nacht unterbrochen wird, welche die Scene verdunkelt und die Festtheilnahmer unter Angstgeschrei, in das sich unterirdischer Donner mischt, entfliehen läfst. In dieser Finsternifs schreitet der Neid aus seiner Höhle hervor, welche sich auf der Mitte der Bühne öffnet. Der Neid beschwört den scheufslichen Drachen Python, welcher in seinem sumpfigen Pfuhl erscheint, Feuer speiend durch Rachen und Augen: das einzige Licht, welches das Theater erhellt. Er ruft ferner die Stürme herbei, seine Wuth zu unterstützen. Vier davon, die in unterirdischen Tiefen eingeschlossen sind, läfst er von dort heraufsteigen; aufserdem vier andere, welche die Gewitter bilden. Alle diese Stürme, nachdem sie die Luft durchkreuzt, gruppiren sich um

den Neid. Da durchschneiden zuckende Blitze die schweren Wolken und stürzen herab auf den Drachen Python, der, nachdem er einige Zeit Widerstand geleistet, endlich in seinem Morast versinkt. Ein Feuerregen, der sich über die ganze Scene verbreitet, zwingt den Neid nebst den vier unterirdischen Stürmen, sich in die Tiefe zu stürzen; die vier anderen entfliehen. Die Wolken theilen sich in diesem Augenblick und das Theater wird strahlend erleuchtet." (Charles Nuitter, le nouvel opéra, Paris 1875; p. 166.)

Die Durchführung einer solchen Aufgabe setzte, wenn sie auch nur annähernd den Eindruck des Grofsartigen und Fürchterlichen, und nicht etwa den des Lächerlichen auf das damalige Publicum machen sollte, eine so hohe Ausbildung der Decorationen und der Maschinerie voraus, wie wir sie heute kaum besser aufweisen können. Von diesen übernatürlichen Allegorieen, von diesen Zaubereien und Spektakelstücken ist man seitdem nach und nach in der richtigen Erkenntnifs zurückgekommen, dafs allen diesen Anstrengungen bestimmte Grenzen gesetzt sind, wenn sie nicht — ganz gegen die Absicht — komisch werden sollen. Unsere heutigen „Ausstattungsstücke" suchen verständiger Weise durch reizvolle Gruppirung, durch Wechsel der Massenwirkung, durch künstlerisch schöne Decorationen, durch blendende Lichteffecte zu wirken. Nachdem die Elektricität uns neue Mittel von früher nicht geahnter Kraft in die Hand gegeben hat, ist hierin fast nichts mehr unerreichbar. Die Schauspiel- und die Tondichter werden trotzdem immer gut thun, wenn sie das Publicum mehr durch den Reiz der Ursprünglichkeit und Schönheit des Dargebotenen, als durch gesuchte Künsteleien zu fesseln trachten, deren Ausführung unverhältnifsmäfsige Schwierigkeiten und Kosten verursacht, ohne einen höheren Eindruck als den des Absonderlichen zu erreichen. So hat das Schiff in der „Africanerin" immer nur, trotz aller Anstrengungen und Ausgaben, eine sehr lahme Wirkung, weil ein segelndes Fahrzeug, welches dabei eine halbe Stunde auf demselben Fleck bleibt, überhaupt ein Unding ist. Eben solch ein Unding ist die aufgehende Sonne im „Propheten", welche mit ihrer gerade entgegengesetzten, von hinten kommenden Beleuchtung aus der ganzen Bühnendecoration eine Caricatur macht und die Zuschauer in unangenehmster Weise blendet. Eine passende Transparentbeleuchtung würde viel schöner, weil natürlicher und dabei viel weniger kostspielig sein.

Unseren Nachbarn jenseits der Vogesen gebührt mit Recht der Ruhm, dem Theater gegenüber besonders erfinderisch und talentvoll, besonders empfänglich, hingebend und begeistert zu sein. Gerade dort nun, an hervorragendster Stelle in Paris, ist beim Bau der grofsen Oper der Versuch gemacht worden, die Bühne in ihrer Construction umzugestalten. Ein Ausschufs, welcher aufser dem Architekten der Oper, Charles Garnier, andere bedeutende mit dem Theater vertraute Männer: Directoren, Architekten, Maler und Maschinisten angehörten, hatte sich mit dieser Aufgabe zu beschäftigen und eine Reihe von eingereichten Vorschlägen zu prüfen. Dieser Ausschufs war länger als sechs Jahre thätig, ohne schliefslich zu einem nennenswerthen Endergebnifs zu kommen. Alles oberhalb des Bühnenpodiums blieb, wie es bisher gewesen und auch die Untermaschinerie wurde, wie Garnier entschuldigend mittheilt, der nach 1870 veränderten Umstände wegen, der geplanten Umgestaltung nur theilweise unterworfen. Auf diese Umänderung wird an betreffendem Orte zurückgekommen werden. Eins aber geht aus diesen fruchtlosen Anstrengungen klar hervor, dafs die bestehenden Bühneneinrichtungen, welche sich mit den unserigen in Deutschland so ziemlich decken, für ihre Zwecke die geeignetsten, weil durch mehrere hundert Jahre täglich erprobten sind. Selbstverständlich gewähren sie dabei den nothwendigen Spielraum für die Abänderungen und Einschaltungen, wie sie die Aufführung fast jedes neuen Ausstattungsstückes erheischt. Den Rahmen für alle diese Anordnungen lernt man am besten durch die Beschreibung der einzelnen Bühnentheile kennen.

Eintheilung des Bühnenraumes. Eigentliche Bühne.

Der Bühnenraum wird eingetheilt in die eigentliche Bühne, die Obermaschinerie und die Untermaschinerie. Die eigentliche Bühne umfafst denjenigen Theil, welcher den Zuschauern sichtbar wird: das Podium, die Kulissen, die Soffiten, den das Bühnenbild im Hintergrunde abschliefsenden Prospect, die Satzstücke und die Beleuchtungskörper.

Das Podium ist der Bühnenfufsboden. Er besteht aus einzelnen Brettertafeln, zu denen, wie zu allen Holztheilen der Bühne, nur sehr gutes, gradfaseriges (schieres), völlig (mittels Dampf) ausgetrocknetes Holz genommen werden darf, um ein späteres Werfen oder Schwinden zu vermeiden. Abb. 1 zeigt

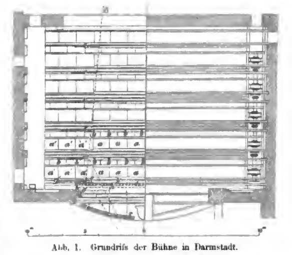


Abb. 1. Grundrifs der Bühne in Darmstadt.

den Grundrifs einer mittelgrofsen Bühne, welche von dem Obermaschinenmeister Herrn Brandt in Darmstadt in sehr ausreichender Weise und nach den bewährtesten Grundsätzen eingerichtet worden ist. Die Fufsbodentafeln aaa sind beweglich und können unter die festen Tafeln $a'a'a'$ nach links, und ebenso zur anderen Hälfte nach rechts hinuntergezogen werden, so dafs eine Oeffnung im Fufsboden von fast der ganzen vom Zuschauerraum sichtbaren Bühnenbreite, die Versenkung, entsteht, welche später bei der Untermaschinerie näher erläutert werden wird. Ebenso können die Fufsbodentafeln bb, die sogenannten Cassettenklappen um ihre Vorderkante (siehe auch den Längsschnitt Abb. 2) heruntergeklappt werden, um hier eine, wenn auch etwas schmalere Oeffnung im Podium, welche für das Aufsteigen oder Versinken stehender Decorationen bestimmt ist, herzustellen. Versenkungen und Cassetten liegen in den Kulissengassen, deren es im Grundrifs Abb. 1 sechs giebt. Die Kulissengassen sind die freien Zwischenräume zwischen den Kulissen c Abb. 1 und dienen vorzugsweise zum bequemen

Auftreten und Abgehen der Darsteller. Die Kulissen bilden rechts und links den Rahmen des Bühnenbildes. Sie sind, um rasch gewechselt werden zu können, in Gruppen oder „Sätzen" von zwei, drei und vier Stück dicht hinter einander angeordnet, deren vorderste jedoch dem Zuschauer allein sichtbar ist, da sie die anderen deckt. Bei einem Wechsel der Decoration werden die vordersten Kulissen nach links oder rechts zurückgeschoben und es erscheinen die zweiten Kulissen. Die lichte Bühnenbreite zwischen einem Kulissensatz auf der linken und dem ihm entsprechenden Satz auf der rechten Seite der Scene heifst der Kulissenstand. Dieser verringert und die Bühnenbreite verengt sich von vorn nach hinten aus schaubildlichen Rücksichten um eine Wenigkeit. Die Kulissen sind leichte, viereckige Rahmen aus Latten, welche mit der auf derber Leinwand gemalten Decoration überspannt sind. Je nach der Gröfse der Bühne haben sie eine Breite von 2 bis 3 m und eine Höhe von 6 bis 12 m. Sie werden auf den Kulissenleitern *d* Abb. 2 und 3 an eisernen Haken befestigt. Die Kulissenleitern ruhen mittels zweier eiserner Schienen, welche durch einen Querschlitz des Podiums hindurch fassen, in dem Kulissenwagen *f*, der sich auf gufseisernen Nutenrollen über den eisernen Laufschienen des ersten Maschinenkellers leicht, geräuschlos und sicher hin und her bewegen läfst. Laufen die vorerwähnten Querschlitze, wie jetzt gewöhnlich bei neueren Einrichtungen, über die ganze Bühne, so heifsen sie Freifahrten und gestatten die Verwendung des Kulissenwagens auch mit einem Kulissenbaum *e* Abb. 3, um daran mitten auf der Bühne eine Einzeldecoration (Satzstück), einen Baumstamm z. B., einen Felsen usw. sicher und gerade zu befestigen. Werden die Freifahrten nicht gebraucht, so schliefst man sie durch eine eingesetzte Holzfeder. Die Vermittlung zwischen den ersten Kulissen und der Bühnenöffnung bildet der manteau d'Arlequin, welcher aus dem ersten Mantel *g* am Innenrande der Bühnenöffnung und dem etwas dahinter liegenden zweiten Mantel *g'* besteht. Zwischen dem ersten und zweiten Mantel werden der Actvorhang *h* und der Verwandlungsvorhang *h'* herabgelassen oder emporgezogen. Ebenso befindet sich hier an der massiven Bühnenmauer, in ⊔ Eisen beweglich, der feuersichere Vorhang *h"*, durch welchen erforderlichenfalls die Bühne vom Zuschauerraum dicht abgeschlossen werden kann. Der erste und zweite Mantel haben, wie die Vorhänge eines Fensters, als untersten Theil die lang herabhängenden „Hosen," darüber die (scheinbar aufgeraffte) Draperie, vor welcher im oberen Bogen noch eine Art Lambrequin angebracht ist. Letzterer, wie der erste Mantel, sind unverrückbar an der Bühnenöffnung befestigt, während die Seitentheile des zweiten Mantels *g'* bereits auf einem Kulissenwagen beweglich sind, um die Bühnenöffnung erforderlichenfalls etwas einschränken zu können. Auch das Obertheil des zweiten Mantels ist wie eine richtige Draperie-Soffite am Schnürboden eingeschnürt und beweglich. Der manteau d'Arlequin mit dieser doppelten Draperie-Decoration vervollständigt den Rahmen der Bühnenöffnung, welcher vom Architekten nach dem Zuschauerraume hin noch eine weitere künstlerische Ausbildung erhält und gleichsam die Grenzscheide bildet zwischen dem Publicum und der Bühnenwelt.

Zur Vervollständigung des scenischen Bildes gehören ferner die Soffiten *ii*, Abb. 2 und 3, bogenförmig ausgeschnittene Leinwanddecorationen, welche mit ihren beiden unteren Enden sich vor die oberen Endigungen der Kulissen setzen und deren Verbindung und Abschlufs nach oben darstellen. Sie ersetzen scheinbar die Decke der Scene und sind bei Architekturen als Draperieen, Deckenfelder, Träger, Architrave usw., bei Landschaften als Baumzweige, Schlinggewächse usw., bei „offner Gegend" als freier Himmel mit Gewölk gemalt. Die letzteren, sogenannte Luftsoffiten, geben, da die unteren Ränder sich sehr rasch bestofsen und schmutzig werden, selten ein befriedigendes Bild. Selbst bei sorgfältig abgestimmter Beleuchtung, mittels der manches verdeckt werden kann, werden bei diesen Luftsoffiten an die ergänzende Einbildungskraft des Zuschauers gewöhnlich starke Zumuthungen gemacht. Der Decorationsmaler wird also immer besser thun, seiner Erfindungsgabe wenigstens für die vordersten Soffiten irgend etwas anderes, zur Sache passendes abzuringen. Nicht selten hilft ein Zelttuch oder dergl. aus.

Die Soffiten bilden mit ihrem oberen Rande, der etwa 12 cm nach unten umgeschlagen und dann festgenäht ist, eine Tasche, durch welche die Oberlatte *k'* gesteckt ist. Diese Oberlatte hängt an den vier Schnüren *l*, welche über die vier Einzelrollen *m*, alsdann vereint über die gemeinsamen Rollen *n* und *o* Abb. 3 laufen und sich auf die Welle *p* aufwickeln. Die Welle *p* wird durch die darauf befindliche Seilscheibe und diese durch das Centregewicht im Gewichtskasten bei *q"* bewegt. Da die Seile im Gewichtskasten bis unter das Bühnenpodium herabgehen, kann von dort aus die Bewegung bequem hervorgebracht werden. Befindet sich das Gegengewicht bei *r*, so ist die Oberlatte der Soffite bei *k*, befindet es sich in *r'*, so ist die Oberlatte bei *k'*; soll endlich die Soffite auf den Bühnenfufsboden herabgelassen und eine andere Soffite eingeschnürt werden, so nimmt das Gewicht seinen höchsten Platz bei *r"* ein.

Es ist bereits bemerkt worden, dafs jedem Kulissenpaare eine dieselben oben abschliefsende Soffite entspricht. Der Gedanke lag nun sehr nahe, die beiden Kulissen und die Soffite zu einem zusammenhängenden Stück, dem „Bogen" (*s* in Abb. 3) zu vereinen, und damit die immer etwas heiklige Verbindungsstelle zwischen Kulissen und Soffite zu vermeiden. Die Verwendung dieser Bogen hat sich sehr rasch auf allen Theatern eingebürgert, da ihre Bewegung sehr viel einfacher und leichter, als die zweier Kulissen und einer Soffite, mittels der Obermaschinerie allein erfolgen kann.

Die Obermaschinerie besteht aus vier oder mehreren Maschinengalerieen zu beiden Seiten der Bühne und dem über den ganzen Bühnenraum ausgedehnten Schnürboden (Abb. 2 u. 3). Die Obermaschinerie besorgt mittels der auf den verschiedenen Galerieen und dem Schnürboden vertheilten Winden und Rollen das Erscheinen und Verschwinden der Gardinen, Prospecte, Schleier, Bögen, Soffiten und der Soffitenbeleuchtungen oder Oberrampen; sie enthält die Vorrichtungen, mittels deren Donner, Regen, Hagel usw. sehr täuschend nachgeahmt werden, sie läfst endlich die wilde Jagd im Freischütz durch die Luft fliegen, Gretchen zum Himmel fahren usw. Die Galerieen, deren (Abb. 2 u. 3) vier übereinander auf jeder Seite angeordnet sind, liegen mit ihrer Balkenlage auf zwei Unterzügen, die einerseits auf den Mauervorsprüngen, andrerseits mittels Hängeeisen an den Gitterträgern des Dachverbandes befestigt sind. Auf der ersten (untersten) Galerie befindet sich die Winde *t*, welche unten mittels Rollen in einer Holzspur läuft und oben durch eine Führung an einem Längsrahm vor

dem Umschlagen gesichert ist. Ebenso finden sich auf den folgenden Galerieen weitere feste Winden zu den verschiedensten Zwecken vor. In gleicher Weise, wie wir dies bei den Soffiten gesehen haben, sind auf dem Schnürboden, Abb. 3, an den Schnüren l' die Vorhänge, Gardinen, Bögen usw. aufgehängt. Diese Schnüre laufen vereint über die Rollen n' und o' nach dem Gegengewicht, welches in seiner tiefsten Lage v der höchsten Lage der Oberlatte des Vorhangs bei u, in seiner mittleren Lage bei v' der Lage der Oberlatte bei u' (der Vorhang ist alsdann auf der Bühne in Benutzung), in seiner höchsten Lage bei v'' der gänzlich auf das Bühnenpodium zur Auswechslung usw. herabgelassenen Decoration entspricht. Die Balken des Schnürbodens liegen auf der unteren Gurtung des Dachgitterträgers; über dieselben wird der Belag, welcher aus schmalen Brettern oder Latten besteht, gestreckt. Häufig wird der Schnürboden ohne diese Balken nur durch besonders starke Latten mit schmalen Zwischenräumen gebildet.

Die oberen Galerieen sind durch leichte „Brücken", an dem Dachverbande angehängte schmale Gänge, gerade oberhalb der Soffiten, mit einander verbunden. Diese Brücken sind erwünscht, um Unordnungen, Verschlingungen der vielen Schnüre usw. beseitigen zu können. Ihre Höhenlage reicht aus, um auf ihnen die Soffiten einzuschnüren, für welche eine kurze Bewegung nach oben genügt, um sie aus dem Bühnenbilde verschwinden zu lassen, während die gröfsere Höhe der Vorhänge, Bögen usw. ein Hinaufziehen bis unter den Schnürboden nöthig macht. Der Belag des Schnürbodens ist ebenso wie der Dielenbelag der Galerieen und Brücken mit Zwischenräumen von 3 bis 5 cm verlegt, um überall Schnüren und Stricken den Durchgang zu gewähren.

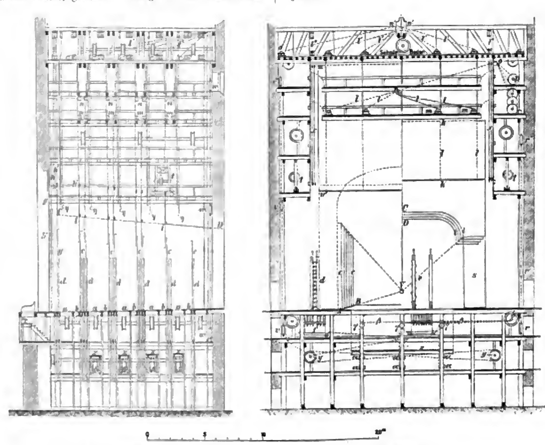


Abb. 2. Längenschnitt. Abb. 3. Querschnitt.

Der Uebergang von den Brücken zu den Galerieen wird durch Klappen gebildet, wenn, wie in unserm Beispiele Abb. 3, sogenannte Panoramazüge vorgesehen sind. Vor etwa 40 Jahren kam man in Frankreich auf den Gedanken, die Bühne, wie im Hintergrunde durch einen Prospect, auch auf den beiden Seiten statt durch die Kulissen, durch zwei gemalte Decorationsstücke abzuschliefsen. Die Schwierigkeit der guten Verbindung zwischen Seitenflächen und Prospect waren aber in befriedigender Weise nicht zu lösen. Auch der oben erwähnte Ausschufs für die grofse Oper in Paris hat die darauf bezüglichen Vorschläge verworfen. Die Einrichtung der Panoramazüge, xx Abb. 3, geschieht, genau wie bei den Prospecten, mittels der Schnüre l'' und des Gegengewichts, w Abb. 2. Sie kommen jedoch ihrer Mängel und mancher anderer Unbequemlichkeiten wegen nur selten in Gebrauch. Neuerdings hat man die Panoramadecoration mit der Schlufsdecoration aus einem Stück hergestellt und zwar über einem Rollensystem ohne Ende beweglich, sodafs die Decoration allmählich sich verändert, indem sie sich seitlich verschiebt. Man nennt diese Einrichtung, die sich besonders für die Bedürfnisse der sogenannten „freien Gegend" eignet, Horizont- oder Wandeldecoration. Diese seitliche Bewegung ist unnatürlich und aufser Stande, eine Täu-

schung hervorzurufen. Der Eindruck ist ein unangenehmer, sodafs er bei nervenschwachen Personen Schwindel erregt. Entfernte Gegenstände steigen allmählich, wenn man sich ihnen nähert, über dem Horizonte empor. Man wird daher in den meisten Fällen für diese wirkungslose und unschöne Künstelei einen einfachen und der Wahrheit mehr entsprechenden Ersatz finden, wenn man den Schlufsprospect, welcher hierfür hinreichend tief in die Cassettenöffnung hinabreichen mufs, langsam in die Höhe gehen und so die Ferne auftauchen und herauswachsen läfst.

Im übrigen hat der Gedanke in veränderter Ausführung als „geschlossene Decoration" eine immer mehr sich steigernde Verwendung, vorzugsweise als Zimmerdecoration gefunden. Die beiden Seitenwände und die Rückenwand sind wie eine spanische Wand aus einzelnen Kulissenblättern, davon immer mehrere durch Gelenkbänder verbunden sind, zusammengesetzt und mittels Steiflatten und Nagelbohrer gegen den Bühnenfufsboden befestigt. Soffiten fassen an schicklichen Stellen auf die Seitenwände auf und vollenden das Bild. Diese Decoration eignet sich in ihrer jetzigen Ausführung natürlich nur für das Lustspiel mit beschränkterer Personenzahl.

Genau wie die Wandtheile einer geschlossenen Decoration werden die „Satzstücke" auf der Bühne aufgestellt und befestigt. Satzstücke sind für Innenräume als Kamine, Möbel, Schränke usw., für Landschaftsbilder als Bäume, Felsen, Springbrunnen und dgl. ganz unentbehrlich. Sie allein erst heben den kahlen Eindruck der viereckig abgemessenen Scene wieder auf. Zu den Satzstücken gehören auch die sogen. „Einsätze." Es sind dies Fenster und Thüren im Stile der betreffenden Architektur, welche zu beiden Seiten in die ersten Kulissengassen eingesetzt werden, theils, weil sie im Stücke nöthig sind, theils, um den Einblick aus den Prosceniumslogen zwischen den ersten Kulissen hindurch auf die Bühne abzuschneiden.

Um noch weitere Abwechslung herbeizuführen und die Langweiligkeit des durchaus ebenen Bühnenfufsbodens zu unterbrechen, bedient man sich der „Practicabels". Es sind dies leichte hölzerne Gestelle, theils tischähnlich, theils in Form von Rampen und Treppen, aus denen in den Zwischenacten erhöhte Fufsbodentheile mit verschiedenen Absätzen und Aufgängen rasch aufgebaut werden können, welche, mit Teppichen oder gemalten Leinwanddecken bekleidet, dem ganzen Bilde gröfseren Reichthum verleihen. In dieser Beziehung ist den Franzosen grofse Geschicklichkeit und viel Geschmack nicht abzusprechen. So fafste denn auch Charles Garnier den Vorschlag, den ganzen Bühnenfufsboden beweglich einzurichten, mit grofsem Eifer auf.

Wir gelangen damit zur Untermaschinerie, welche im Raume unter der Bühne in mehreren Geschossen (Maschinenkellern) angeordnet ist. Wie die Kulissenwagen im ersten Maschinenkeller laufen, ist bereits erläutert. Es genügt ein ganz geringer Druck, um die Kulissen einzeln hin und herzuschieben. Die Kulissenleinen können aber auch sämtlich auf die durchgehenden Wellen und Winden y Abb. 3 aufgebracht und diese Winden umgesetzt gekoppelt werden. Alsdann werden mit einer Bewegung alle Kulissen aus dem Bühnenbilde entfernt. Ebenso können die den Kulissen entsprechenden Soffiten auf eine der durchgehenden Wellen p Abb. 3 mit ihren Schnüren vereinigt und so auf einmal nach oben gezogen werden, sodafs unter gleichzeitiger Entfernung des schliefsenden Prospects die ganze Decoration bei offener Scene wechselt. Hierzu gehören indessen so viele Kräfte, so viel Genauigkeit und Uebung, dafs nur in unvermeidlichen Fällen dazu geschritten, gewöhnlich aber die Verwandlung des Bildes bei herabgelassenem Zwischenvorhang ausgeführt wird.

Aufser der Kulissenbewegung ist die Einrichtung für die Versenkungen ein Haupttheil der Untermaschinerie. In den schon oben auf Seite 314 erwähnten Ausschnitt des Bühnenfufsbodens pafst genau die Platte des Versenkungstisches z, Abb. 2 und 3, dessen Gestell mit den Enden seiner Querverbindungen α die Holzstiele der Untermaschinerie zur sicheren Führung umfafst und durch die Leinen β, welche über die Rollen γ hinweg auf die Welle der Winde δ aufgewickelt werden, hochgehoben wird. Oben angekommen, wird das Gestell durch Eisenbolzen festgesteckt. Soll der Versenkungstisch hinabgehen, so wird er mit der Winde angehoben, die Bolzen werden fortgezogen, und sobald die Gruppe die hinreichende Tiefe erlangt hat, schliefsen die Versenkungsschieber von links und rechts die Oeffnung. Aufser den Versenkungstischen sind noch kleinere, sonst aber ähnlich eingerichtete Einzelversenkungen im Gebrauch, welche nach Bedarf an der betreffenden Stelle in den Fufsboden eingelegt werden. Die gröfseren Versenkungen, auf denen eine Menge Personen bewegt werden sollen, stellt man neuerdings aus Eisenträgern her, welche mittels Wasserdrucks sehr ruhig und sicher bis über das Bühnenpodium hinaus gehoben und tief unter dasselbe hinab gesenkt werden, während die älteren Einrichtungen mit Handwinden und Seilen in der Gleichmäfsigkeit der Bewegung stets viel zu wünschen übrig liefsen. Um der Einbildungskraft der Zuschauer nicht zu viel zuzumuthen, ist es verständiger, nur die Versenkungen im Mittel- und Hintergrunde zu benutzen und dabei den vorderen Rand mit einem niedrigen Satzstücke auszustatten, welche das häfsliche, viereckige Loch im Fufsboden dem Publicum verbirgt. Aufser Personen müssen aber auch noch Decorationen in die Tiefe versinken oder aus derselben heraussteigen. Während dort eine Breite von 1 m üblich ist, genügt hier bei den Cassetten ein Mafs von 0,30 bis 0,40 m. Grofse Decorationen, welche über die ganze Bühne reichen, wie z. B. Prospecte, werden mit ihrem oberen Rande an ebenso langen, leichten, hölzernen Gitterträgern befestigt, und nachdem die Casettenklappen bb und die Tafeln $b'b'$, Abb. 1 und 2, geöffnet sind, durch an den Enden des Trägers befestigte Stricke erforderlichenfalls bis nach dem Schnürboden hochgezogen. Weniger breite Decorationen werden an dünnen hölzernen Stielen, den Cassettenständern, welche sich fernrohrartig in hölzernen Kästen oder zwischen Rollen führen, mittels einer Winde der Untermaschinerie hochgenommen, bis sie nöthigenfalls die Soffiten erreichen.

Betreffs des Bühnenpodiums nun und seines Hebens und Senkens hatten Ch. Garnier und der erwähnte Ausschufs in Paris folgenden Plan für die grofse Oper angenommen: Der ganze sichtbare Bühnenfufsboden wird in einzelne Tafeln (tronçons) zerlegt, welche unabhängig von einander jede auf vier eisernen Stützen (tiges) ruhen. Diese Stützen haben ihre Führungen in der Eisenconstruction des Fufsbodens vom ersten Maschinenkeller, auf welchem sie für gewöhnlich mittels durchgesteckter Bolzen aufstehen, während ihre Verlängerung sich nach unten noch so weit fortsetzt, als dies die beabsichtigte gröfste Hebung der Tafeln über das Bühnenpodium erfordert. Unter dem ersten Maschinenkeller ist ein grofses,

wagerechtes, eisernes Gitterwerk in der vollen Ausdehnung der Scene angeordnet, welches mit seinen vier Eckpunkten auf den Kolbenstangen von Wasserdruckcylindern auf und nieder bewegt werden kann. Da sämtliche Stützen des Podiums durch entsprechende Oeffnungen der Querträger jenes Gitters hindurchreichen, wird letzteres, wenn durch passende Punkte der Stützen eiserne Bolzen gesteckt werden, beim Anfgange jene Stützen nebst dem zugehörenden Stück Fufsboden so weit hinausheben, wie dies die Länge der Druckcylinder oder ihrer Kolbenstangen erlaubt. Durch Fortnehmen und anderweites Einstecken der Bolzen würde ebensogut ein Theil des Podiums gesenkt oder auch endlich der ganze Fufsboden herabgelassen oder gehoben werden können. Der unzweifelhaft sehr sinnreiche Gedanke hat etwas ungemein Bestechendes, und man ist geneigt sehr zu bedauern, dafs die Ereignisse von 1870 die Verschiebung der Ausführung, wie Garnier sagt, veranlafst haben. Bei reiflicher Ueberlegung wird es indessen mehr und mehr zweifelhaft, ob der Nutzen der Anordnung mit den ungeheuren Kosten von vier Millionen Franken im Verhältnifs gestanden hätte. Man mufs sich erinnern, dafs das Bühnenpodium genau so gelegt ist, dafs es von den Plätzen des Parkets mit einer geringen Aufsicht überblickt werden kann. Sobald das Podium in seinem gröfseren Theile um auch nur 0,50 m gehoben oder gesenkt wird, geht diese Aufsicht verloren oder man sieht die Darsteller nur noch als Kniestücke. Und das Parket ist ein hervorragender Platz mit der verhältnifsmäfsig gröfsten Zuschauerzahl! Soll das Parket also den Vorgängen auf der Scene immer folgen können, so mufs der Haupttheil des Fufsbodens daselbst in seiner gewöhnlichen Lage bleiben. Zur Abwechselung und Ausschmückung des Bildes genügt es auch wirklich, wenn mehr im Hintergrunde oder an den Seiten mit den altgebräuchlichen Practicabels ansteigende Theile, Bodenerhebungen und dgl. nach Bedürfnifs errichtet und dabei die Versenkungen mit benutzt werden, falls sie mit Wasserdruck arbeiten.

Die im Maschinenkeller wie auf den Galerieen vertheilten Winden sind je nach dem Zweck, den sie erfüllen sollen, leichtere oder schwerere Lasten rasch oder langsam usw. zu heben, fahrbar oder stabil, mit durchgehenden Wellen oder Kuppelungen, mit kleinerem oder gröfserem Vorgelege hergestellt. Flugbahnen, mittels welcher Erscheinungen über die Bühne schweben, bestehen aus doppelten Eisenschienen, die unter der Balkenlage des Schnürbodens befestigt sind. Auf diesen Schienen bewegt sich ein kleiner eiserner Laufkrahn, welcher an dünnen Drahtseilen die Gegenstände trägt. Der Wind wird durch eine achteckige hölzerne Trommel nachgeahmt, deren Kanten an einem über dieselben ausgespannten Stücke Seidengaze schleifen, das Rauschen des Regens durch die Bewegung eines Hohlcylinders, welcher mit etwas Schrot oder andern Körnern gefüllt ist, der ferne Donner durch eine Art grofse Pauke, das Krachen des einschlagenden Blitzes mittels einer viereckigen Holzröhre mit vielfachen, eigenthümlich vertheilten Absätzen, in welcher eine Anzahl kleiner Eisen- und Bleikugeln von der ersten Maschinengallerie, auf der sich alle obigen Vorrichtungen befinden, bis in den Raum unter der Bühne hinabstürzen. Der Blitz selbst wird dadurch hervorgebracht, dafs den heruntergeschraubten Gasflammen der Bühnenbeleuchtung durch den „Blitzhahn" plötzlich eine grofse Menge Gas zugeführt und sofort wieder abgeschnitten wird. Die Meininger bedienen sich einer grofsen Art Laterna magica mit sehr starkem Licht, um durch Glas-Photographien, welche bei Gewitter aufgenommen oder danach gezeichnet und vervollkommnet sind, auf dem dunkel gehaltenen Schlufsprospect den Blitz aufserordentlich täuschend erscheinen zu lassen. (Gewitter im „Caesar.") Wir sind damit bei den Beleuchtungsvorkehrungen angelangt, denen der folgende besondere Abschnitt gelten soll.

Die Bühnenbeleuchtung.

Langhans beschreibt in seiner Katakustik, Berlin 1810, den unerträglichen Zustand, welcher zu jener Zeit im Theater und vorzugsweise auf der Bühne durch den Qualm und die Hitze der vielen Talglichter und Oellämpchen verursacht worden sei. Er freut sich des Fortschritts, welcher hierin endlich durch Argands Erfindung der Cylinder-Lampen mit Rundbrennern gemacht worden ist, und kann dabei sein Befremden nicht unterdrücken, dafs trotz dieses weit kräftigeren Lichts dennoch kein Architekt gewagt habe, der Bühnenöffnung, deren Breite bis dahin zu höchstens 15 m bemessen worden war, nunmehr ein gröfseres Mafs zu geben. Letztere Bemerkung wird hier besonders hervorgehoben, da später darauf zurückgekommen werden soll. Auch die Argandlampen sind seit fast einem halben Jahrhundert durch die Gasflammen mit wesentlich gesteigerter Lichtwirkung verdrängt worden, welche nunmehr ebenso dem elektrischen Lichte den Platz räumen werden. Von welchem Werthe diese Steigerung der Beleuchtung ist, braucht kaum des weiteren ausgeführt zu werden. Wir erinnern nur daran, um wieviel besser die Zuschauer jetzt dem Wechsel des Gesichtsausdrucks bei den Darstellern folgen, die Schönheit der Gruppen und Decorationen geniefsen können.

Die jetzige Bühnenbeleuchtung mittels Gas zerfällt in folgende Gruppen:

1. Unterrampe oder gewöhnlich nur Rampe genannt. Sie ist am Rande des Prosceniums in einem Schlitz des Bühnenpodiums angebracht, $\varepsilon\varepsilon$ in Abb. 1, welcher nur durch den Souffleurkasten unterbrochen wird, und besteht aus einem Eisenrohr, auf dem die einzelnen Argandbrenner in Entfernungen von etwa 0,20 m befestigt sind. Die Flammen stehen etwas über dem Fufsboden und haben nach dem Zuschauerraum einen Schirm hinter sich, welcher das Licht auf die Bühne wirft. Um den Uebergang zur Abend- oder Morgenröthe, wie zur Nacht darzustellen, werden röthlich bezw. bläulich gefärbte durchsichtige Gazeschirme mit einer Hebelvorrichtung vor die Flammen geschoben, oder man stattet einen Theil der Brenner mit Cylindern jener Farben aus. Diese Brenner sind dann niedergeschraubt, und werden, während man die weifsen Flammen nach und nach einzieht, mehr und mehr geöffnet. Der Uebergang der Farbe aus Weifs in Roth und dann in Blau läfst an Natürlichkeit wenig zu wünschen übrig.

2. Die Portalbeleuchtung, durch welche die Bühnenöffnung an der inneren Seite, also gewöhnlich hinter dem ersten Mantel, rechts, links und oben eingefafst wird. Sie besteht ebenfalls aus möglichst nahe aneinander gereihten Argandbrennern mit Blendschirmen.

3. Dieselben Brenner werden für die Beleuchtung der Kulissen verwendet und bei jeder derselben zu 4 bis 6 Stück übereinander hinter der betreffenden Kulissenleiter derart befestigt, dafs die untersten zwei Brenner etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2 m über Podium sich befinden.

4. Die Soffitenbeleuchtung oder die Oberrampen werden durch die davorhängenden Soffiten-Decorationen gegen die Zuschauer gedeckt (in Abb. 2 bei $\eta\eta$ angedeutet) und auf dem Schnürboden eingeschnürt. Jede Oberrampe besteht aus einem stärkeren, über die ganze Bühnenbreite reichenden Gasrohr, auf welches die Schnittbrenner in 0,10 bis 0,12 m Entfernung aufgesetzt sind, sodafs die Flamme, an einer Seite entzündet, von einem Brenner zum anderen überschlägt. Bei neueren Einrichtungen ist gewöhnlich elektrische Zündvorrichtung angebracht, welche hiernach nur an einzelnen Punkten zu wirken braucht, um die ganze Rampe mit ihren 80 bis 120 Flammen zu entzünden. Die Einrichtung ist sehr bequem, denn man braucht die Rampen nicht erst auf die Bühne herabzulassen, um sie dort (mittels einer kleinen Spiritusflamme) anzustecken. Jeden Augenblick kann eine ganze Oberrampe völlig ausgedreht und sofort wieder bei offener Scene angezündet werden. Dennoch aber bergen diese Rampen trotz des durchlaufenden Blendschirms, der sie nach vorn und oben, und trotz des Drahtgitters, welches sie nach hinten schliefst, für die Feuersicherheit der Bühne eine fortwährende hohe Gefahr in sich.

5. Aufser diesen gewöhnlich benutzten Einrichtungen giebt es noch Versatz- und Transparentbeleuchtung für Satzstücke, zur Erhellung von Fenstern usw. Sie sind ganz ähnlich wie die Oberrampen aus einem entsprechenden langen Gasrohr mit aufgesetzten Schnittbrennern, Blendschirm und Drahtgitter hergestellt. Beim Schlufs der Rütli-Scene im „Tell" z. B. ist die Hintergrundgardine gewöhnlich mit der Ansicht des Vierwaldstädter Sees ausgestattet, hinter welchem alsdann die Schneefelder des Urirothstocks in der aufgehenden Sonne zu glühen beginnen. Diese Schneefelder sind auf durchsichtigem Canevas gemalt. Dahinter ist ein Schirm von rother Seidengaze und dann die Transparentbeleuchtung aufgestellt. Zwischen Gardine und der Seidengaze wird ein undurchsichtiger Vorhang eingeschaltet, welcher, sobald das Glühen beginnen soll, langsam herabgesenkt wird, sodafs das rothgelbe Licht erst die Spitzen der Firnen trifft und dann sich langsam nach unten ausbreitet.

Da der gröfste Theil der Bühnenbeleuchtungskörper beweglich bleiben mufs, wird ihre Verbindung mit dem festen Gasrohrsystem der Bühne gewöhnlich durch angeschraubte starke Guttaperchaschläuche, noch besser aber durch Gelenkrohre hergestellt. Das ganze Rohrsystem läuft in dem Regulirapparat zusammen, von welchem aus es im ganzen oder in den einzelnen Theilen hoch- oder niedergeschraubt werden kann. Diesen Apparat durchlaufen die Rohre für den grofsen Kronleuchter des Zuschauerraumes und für die Orchesterbeleuchtung ebenfalls, um auch diese nach Bedürfnifs von der Bühne aus regeln zu können. Der Apparat ist daher meistens auf der rechten Bühnenseite dicht hinter dem manteau d'Arlequin so aufgestellt, dafs man durch eine kleine Oeffnung das Orchester und die grofse Krone sehen kann.

Der schwächste Punkt in der Bühnenbeleuchtung ist die Beleuchtung des Prosceniums und der ersten Kulissengasse. Und gerade hier müssen sich die Darsteller am meisten bewegen. Die Portalbeleuchtung liegt schon etwas zu weit zurück und wirkt zu senkrecht. Man hat daher nichts besseres einrichten können, als die Unterrampe, welche die Schauspieler blendet, und die Gesichter sehr wenig schön von unten beleuchtet. Für den mittleren Theil und den Hintergrund kommen die Oberrampen zu sehr guter Wirkung, sodafs die Kulissenbeleuchtung, welche bei geschlossener Decoration überhaupt in Fortfall kommt, mehr und mehr entbehrlich wird. Leider sind die Oberrampen überaus feuergefährlich. Sie befinden sich mit ihrer bedeutenden Flammenzahl (400 bis 500 Schnittbrenner bei einem mittelgrofsen Theater) gerade unter den über der Bühne bis zum Schnürboden aufgehängten, sehr brennbaren Decorationsgegenständen, bestehend aus Leinwand, Latten und Stricken. Sie sind bekanntlich auch die Ursache für den furchtbaren Ringtheaterbrand in Wien und für das Unglück in Paris gewesen. Wenn über den Soffiten Feuer entsteht, so kann man desselben nur dann allenfalls Herr werden, wenn mit grofser Geistesgegenwart die Schnüre der brennenden Decorationen durchschnitten und letztere auf das Bühnenpodium hinabgestürzt werden. Für den glücklichen Ausgang dieses Verfahrens ist aber keinerlei Bürgschaft gegeben. Daher ist zur

Sicherung der Darsteller wie der Zuschauer

1. die Einrichtung der Oberrampen und der Portalbeleuchtung mit elektrischen Glühlichtern die allererste und wesentlichste Mafsregel, welche bei Neubauten von vorn herein, bei bestehenden Theatern binnen einer bestimmten Frist von den Behörden vorzuschreiben und einzuführen wäre. Für die übrige Bühnenbeleuchtung ist das elektrische Licht ja ebenfalls überaus wünschenswerth, aber doch nicht von demselben Belang, und man könnte hier die Gasbeleuchtung so lange aufrecht erhalten, als das neue Licht noch so theuer und mit so vielen Unzuverlässigkeiten verknüpft ist. Die Gasflammen der Fufsrampe und der Kulissen, welche sofort zu erreichen und daher auch viel weniger gefährlich sind, würden dabei zugleich genügen, um über vorübergehende Stockungen der elektrischen Beleuchtung hinweg zu helfen. Die Beleuchtung der Bühne mit Glühlichtern erfolgt in derselben Weise, an denselben Orten und mit derselben Flammenzahl wie bisher mit Gas, nur dafs an Stelle der mit dem äufserst feuergefährlichen Gase gespeisten Argandbrenner und Schnittbrenner eben so viele Glühlichter von gleicher Lichtstärke treten, welche, da beim Springen der luftleeren Glasbirne der glühende dünne Faden darin sofort verbrennt und erlischt, absolut unfähig sind, benachbarte Gegenstände in Brand zu setzen, zumal sie nach oben durch die Blendschirme abgeschlossen werden. Ebensowenig können die Leitungsdrähte, wenn sie richtig isolirt und mit den nöthigen Controlvorrichtungen versehen sind, zu Bedenken Anlafs geben. Dafs sämtliche Gasflammen auf der Bühne und ihren Nebenräumen hinter Drahtgittern brennen und gegen Holzwerk gehörig isolirt sein müssen, wurde bereits angedeutet.

2. Zur Feuersicherheit ist es ferner erforderlich, dafs alle Leinwand, Latten und Hölzer der Decorationen, der Unter- und Obermaschinerie, des Schnürbodens wie des Dachverbandes mit einem feuersicheren Anstrich versehen werden, welcher von Zeit zu Zeit zu erneuern ist. Noch besser und unerläfslich bei Neuanlagen ist es natürlich, Galerieen, Brücken, Schnürboden und Dachverband in Eisen auszuführen. Wenn dann die Leinwand der Decorationen vor dem Bemalen durch und durch imprägnirt, die Latten durch eirunde Zinkrohre, die Hanfstricke durch Drahtseile ersetzt werden, ist besonders bei elektrischer Oberbeleuchtung eine Feuersgefahr kaum noch vorhanden. Die Geländerholme der Galerieen macht man allerdings gern von Holz, weil sich dann dort ein Haken, eine Klammer, ein Nagel,

wie man sie fortwährend nöthig hat, mit Leichtigkeit einschlagen läfst. Aus demselben Grunde und weil der Verkehr und die Gefahr dort geringer ist, kann man für die Untermaschinerie die Herstellung in Holz für einzelne Holme und Balken nachgeben, zumal bei durchgeführter Imprägnirung die Balken noch viel weniger Neigung zum Brennen haben, als das Bühnenpodium, bei dem das Holz doch nicht entbehrt werden kann. Endlich ist ein Brand in der Untermaschinerie sofort zu erreichen und unschwer zu ersticken. Dies geschieht durch

3. die Wasserleitung und die Wasserstöcke, welche auf Höhe des Bühnenpodiums und dann gewöhnlich hinter der ersten Maschinengalerie auf den massiven Gängen, die die Bühne zu beiden Seiten einfassen, in einer Anzahl von zusammen 8 bis 12 angeordnet werden. An jeden dieser meist 5 cm weiten Wasserstöcke wird, nachdem ihre Wasserleitungsfähigkeit geprüft ist, eine Stunde vor Beginn der Vorstellung der Schlauch mit Spitze angeschraubt, um nöthigenfalls sofort gebraucht werden zu können. Die Wirkung der unteren Wasserpfosten auf Bühnenhöhe ist bei dem in den öffentlichen Wasserleitungen herrschenden Drucke zweifellos ausreichend; bei den oberen, die etwa 16 m über Strafsenhöhe zu liegen pflegen, ist sie weniger zuverlässig. Man pflegt daher die oberen Wasserstöcke mit Behältern, die unter dem Theaterdach liegen und aus der Leitung mittels Pumpen, Druckwasser-Widder usw. gefüllt werden, in Verbindung zu bringen.

4. Zur Ergänzung der Wasserstöcke ist noch ein Regenapparat oberhalb der Bühne vorgeschlagen, und auch in einzelnen Theatern unter dem Eindrucke des Wiener Unglücksfalls ausgeführt worden. Dieser Apparat besteht aus einer grofsen Zahl von Wasserrohren unterhalb des Schnürbodens, welche dort quer über die Bühne laufen, an ihrer Unterseite mit mehreren Reihen feiner Löcher versehen sind, und bei einer Feuersgefahr ganz oder gruppenweise angelassen werden sollen. Der Gedanke ist sinnreich und gehört immer noch zu den besseren all derer, mit welchen die Theaterverwaltungen damals überhäuft wurden. Die Wirkung bleibt jedoch gänzlich zweifelhaft, da der Apparat kaum einmal nach seiner Anbringung im Neubau an Ort und Stelle geprüft, die Probe aber niemals wiederholt werden könnte. Denn wer würde die Bühne nebst fester Unter- und Obermaschinerie mit ihren sorgfältig ausgetrockneten und zusammengepafsten Fufsbodentafeln, Falzen, Nuthen — selbst nach Entfernung aller Decorationen — einer periodischen Wassertaufe preisgeben wollen? Die Gangbarkeit der Hähne, welche aus demselben Grunde nicht versucht werden kann, ist ebensowenig sicher, wie dafs die Regenlöcher der betreffendenfalls am meisten nothwendigen Rohre nicht durch Rost oder den massenhaft in jedem Theater vorhandenen dicken Staub verstopft sind. Endlich würde der Apparat bei seiner hohen Lage erst recht aus den Wasserbehältern gespeist werden müssen, und daher den Erfolg der oberen Hydranten in Frage stellen. Dies wäre umso verkehrter, als die Wirkung eines solchen starken und dicken Strahls, auf den Herd des Feuers gerichtet, von ganz anderem Werthe ist, als die eines unberechenbaren dürftigen Regens auf diese Stelle. Als Nothhülfe würden einige Schnelllöscher auf der obersten Maschinengalerie wie auf dem Bühnenpodium ein vorzügliches Mittel gegen ein aufgehendes Feuer sein.

5. Der Lüftungsschlot über der Bühne, welcher auf der Mitte des Daches derselben sich erheben und mit Klappen geschlossen sein soll, bildet ein Seitenstück zum Regenapparat. Bei einem Brandunglück sollen diese Klappen mittels einer Zugvorrichtung vom Bühnenpodium aus geöffnet werden, um den Feuergasen den Abzug zu gewähren. Weil diese Gase die vielen Hunderte im Wiener Ringtheater erstickt haben, welche auf den dunklen Corridoren und Treppen (von der Bühne aus war das Gas im Zuschauerhause abgedreht worden!) den Rückweg nicht finden konnten, soll nun für künftige Fälle der Schlot helfen! Viel einfacher scheint es doch, dafs man die Möglichkeit der Verfügung über die Hausbeleuchtung dem auf der Bühne befindlichen Personale ganz nimmt und die ganze Oberbühne, wie vorher erläutert, derart einrichtet, dafs ein Brand daselbst nahezu unmöglich wird. Wäre auf den Treppen des Ringtheaters auch nur eine dürftige Nothbeleuchtung in Thätigkeit gewesen, so hätten die Verunglückten ausreichende Gelegenheit und Zeit gehabt, sich ins Freie zu retten. Hierzu würden 10 Minuten genügt haben, und in dieser Zeit füllt sich nicht von der Bühne aus, wenn deren eiserner Vorhang auch wie alles andere damals den Dienst versagte, der ganze Zuschauerraum und dann Gänge und Stiegen derart mit Kohlenoxydgas, dafs das Publicum die Besinnung und die Fähigkeit, seinen Weg fortzusetzen, verlieren könnte. Aus alledem folgt also, dafs die Haupthähne oder Regulirvorrichtungen für die Beleuchtung des Zuschauerhauses in einem feuersicheren (Keller-) Raume liegen müssen, welcher allein dem Beleuchtungsinspector und der Feuerwache zugängig ist. Es folgt ferner die Nothwendigkeit einer davon unabhängigen Nothbeleuchtung der Corridore, Treppen und Ausgänge. Der Lüftungsschlot ist eine sehr fragwürdige Einrichtung. Bei den bisher üblichen Verhältnissen ist ein Feuer in der Obermaschinerie nicht mehr zu bewältigen, sobald der Luftzug, welcher durch das Oeffnen des Schlots entsteht, die Flammen anfacht. Wann soll also geöffnet werden? Doch höchstens dann, wenn der Branddirector einsieht, dafs die Bühne unrettbar verloren ist. Bei den oben für Neuanlagen empfohlenen Einrichtungen der Obermaschinerie würde ein Lüftungsschlot überflüssig, ja geradezu schädlich sein. Die Ausbreitung des Feuers von der Bühne nach dem Zuschauerhause mufs dadurch verhindert werden, dafs die trennende Mauer völlig massiv vom Keller bis über das Dach aufgeführt, dafs die verbindenden Thüren selbstschliefsend und feuersicher wie der Schutzvorhang der Bühnenöffnung hergestellt werden. Die meisten derartigen Vorhänge bestehen aus einem eisernen Gerippe, welches mit Eisenblech, gewöhnlich Wellblech, bekleidet ist, und dessen seitliche Ränder sich in Schienen führen, die an der Innenkante der Bühnenöffnung auf der Mauer befestigt sind. Statt aus einem Stücke besteht der Vorhang auch wohl aus zwei Theilen, von welchen der untere entweder nach unten versinkt oder sich jalousieartig hinter den oberen und mit diesem zusammen hinter den obersten, ebenfalls eisernen, festen Theil schiebt. Dieses oberste Stück bildet dann selbst den Lambrequin des manteau d'Arlequin und ist dementsprechend nach dem Zuschauerraum ausgebildet und bemalt, oder es ist durch einen solchen Lambrequin von Stoff verdeckt. Der bewegliche Theil hängt in Gegengewichten und wird mittels Winden bewegt, die durch eine Ausrückvorrichtung ein rascheres Herablassen ermöglichen. Um ein heftiges Aufsetzen auf das Podium abzuschwächen, sind unter den beiden Endpunkten der senkrechten Rahmstücke Federn oder Gummipuffer angebracht. — Man kann nicht behaupten, dafs

die bisherigen Erfahrungen mit diesen eisernen Abschlüssen sehr glückliche seien. Im verhängnifsvollen Augenblicke haben sie ihre Schuldigkeit nicht gethan, wie in Wien, oder sie haben schon vorher Unheil angerichtet, wie in Leipzig und Berlin. Wenn die Oberbühne feuersicher eingerichtet, der Zuschauerraum mit ausreichenden Ausgängen und Treppen ausgestattet ist, könnte man der Theaterverwaltung die grofsen Anschaffungskosten und die lästige Unterhaltung eines eisernen Vorhanges erlassen, der allabendlich zur Controle der Gangbarkeit heraufgewunden und herabgelassen werden mufs. Um diese Nachtheile zu mindern, hat Verfasser für das neue Stadttheater in Magdeburg, dessen Ausführungsleitung und langjährige Verwaltung ihm obgelegen hat, einen feuersichern Abschlufs aus einem leichten eisernen Rahmen hergestellt, welcher statt des Blechs mit einem 8 mm starken, als unverbrennlich erprobten Asbeststoffe bespannt worden ist. Der geschlossene Vorhang ruht auf dem Bühnenpodium nur mit den beiden senkrechten Randschienen (⊔ Eisen) in Pufferbuchsen auf. Die erste feste wagerechte Querschiene befindet sich hierbei 2,5 m über Fufsboden, sodafs der Stoff dieses untersten Theiles von 2,5 m Höhe beim unvermutheten Herabfallen des Abschlusses weder jemand beschädigen, noch bei einem Bühnenbrande Verspäteten oder Abgeschlossenen die Gelegenheit nehmen kann, unter der unteren Kante des Vorhangs hindurch nach dem Zuschauerraume sich zu retten. Der Vorhang ist sehr viel leichter, daher auch bequemer beweglich, und wesentlich wohlfeiler, als die ganz eisernen. Er hat dann auch die Billigung der Verwaltungsbehörden und des Ministeriums gefunden, da er geeignet erscheint, das Publicum zu beruhigen, und bis zur gänzlichen Räumung des Hauses die Feuergase wie die Fortpflanzung des Brandes in den Zuschauerraum hinlänglich abzuhalten.

Umformung der Bühne.

Die in dem vorhergehenden Abschnitte im einzelnen beschriebenen Einrichtungen können nun in zweifacher Hinsicht geändert werden und zwar:

1. in den Gröfsenverhältnissen,
2. in der Anordnung der Decorationen.

Jeder Architekt sieht sehr bald ein, dafs für die Anzahl der im Hause unterzubringenden Zuschauerplätze die Gröfse der Bühnenöffnung von am meisten einschneidender Bedeutung ist. Vor allem kommt hier die Breite dieser Oeffnung in Betracht. Die gröfste Breite besafs früher die Oper in Bologna mit 14,75 m. Dieses Mafs wurde durch die Neue Oper in Paris auf 15,69 m erweitert.

Dieselbe Abmessung von 15,69 m (50 Fufs rhl.) beabsichtigte Langhans für das Victoriatheater in Berlin einzuführen (Zeitschr. f. Bauw. 1860). Er hebt die grofsen damit verknüpften Vorzüge für den Zuschauerraum hervor und führt an, dafs die bisherige Beschränkung dieses Mafses, welche durch die geringe Leuchtkraft der Oellampen begründet war, nunmehr gänzlich hinfällig sei, nachdem eine glänzende Soffitenbeleuchtung durch Gas stattfände. Im ersten Drittheil unseres Jahrhunderts war nämlich eine Soffitenbeleuchtung fast gar nicht oder doch nur unzureichend vorhanden. Rampe und Kulissenbeleuchtung mufsten mit Unterstützung der Krone im Zuschauerraume alles allein besorgen, und der mittlere Theil der Bühne wurde daher nach dem Hintergrunde zu immer dunkler. Die Soffitenbeleuchtung ist nun heute so weit ausgebildet und entscheidend, dafs die Kulissenbeleuchtung nur noch untergeordnete Bedeutung hat, und beispielsweise bei den geschlossenen Decorationen, wie bereits oben erwähnt, ganz in Wegfall kommt. Für die Soffitenbeleuchtung giebt es überhaupt keine Beschränkung mehr in ihrer Breitenausdehnung, mag es nun eine Gasbeleuchtung oder eine mit elektrischem Glühlicht sein. Nach alledem liegt in der Beleuchtung kein Bedenken vor, die Breite der Bühnenöffnung, wie dies in der beigefügten Skizze geschehen, auf 19 m zu erweitern. Man könnte jedoch zweifelhaft sein, ob dies vortheilhaft sei, einmal für die Akustik und zweitens für das Bühnenbild und die Handhabung der Decorationen.

In seiner Katakustik verlangt Langhans bereits 1810, dafs die Prosceniumswände, welche die Bühnenöffnung einschliefsen, mit erhabenen oder vertieften Verzierungen versehen seien, um den Ton nie voll, sondern nur gebrochen zurückzuwerfen. Er ist hierin, wie fast überall in dieser kleinen aber werthvollen Schrift, im Rechte. Wenn z. B. bei glatten Prosceniumswänden ein Darsteller ganz dicht an der linken Prosceniumswand spricht, und die Bühnenöffnung auch nur die mittlere Breite von 12 m hat, so kann für die vorderen Plätze der linken Seite des Parkets durch die rechte Prosceniumswand ein störender Nachhall entstehen, da der von dort voll zurückgeworfene Schall einen um etwa 19 m (siehe weiter unten) gröfseren Weg als der unmittelbare Ton zu machen hat. Bei wie angegeben verzierten Prosceniumswänden ist dies nicht zu befürchten, weil der daran gebrochne Wiederhall nirgends stören kann. Die französischen Architekten gehen allerdings von anderen Erwägungen aus, welche bei der Akustik des Zuschauerraumes behandelt werden sollen.

Was nun das Bühnenbild und die Decoration anlangt, so fallen die Rücksichten darauf zusammen mit der oben schon in Aussicht gestellten Aenderung in der Anordnung der Decorationen. Wie das Bühnenbild bisher construirt worden ist, ist aus den Abbildungen ersichtlich. Die Linie *AB*, in welcher die Vorderkanten der Kulissen liegen, die Linie *CD*, nach welcher die Unterkanten der Soffiten gehängt sind, gehen schwach zusammenlaufend nach dem Verschwindungspunkte *V*. (Abb. 3), der in der Mittelachse etwa 1,5 m bis 2 m über dem Fufsboden der Bühne angenommen wird. Der Standpunkt des Beschauers ist dabei in der Achse des Parkets im Hintergrunde desselben und ungefähr 1,5 bis 2 m unterhalb des Brüstungspolsters vom ersten Rang gedacht. Kulissen und Soffiten sind nun derartig behandelt, dafs sie mit dem den Hintergrund der Scene bildenden Prospect ein künstlerisch schönes, möglichst täuschendes Raumbild darstellen. Dies ist durch geschickte schaubildliche Zeichnung der Linien und Flächen, welche, von Kulisse zu Kulisse, von Soffite zu Soffite übergehend, scheinbar diese einzelnen Stücke zu zusammenhängender Wand und Decke verbinden, sehr wohl zu erreichen — leider aber immer nur für den oben erwähnten Standpunkt des Beschauers. Sobald dieser Standpunkt, welcher mit Rücksicht auf die grofse Menge der zugleich am höchsten bezahlten Plätze des Parkets und ersten Ranges in dieser Weise vermittelnd festgesetzt ist, nach rechts oder links verlassen wird, so hört auch für Parket und ersten Rang der Zusammenhang der schaubildlichen Linien bei Kulissen und Soffiten auf, welcher für die oberen Ränge überhaupt nirgend vorhanden ist. Der weitaus gröfste Theil der Zuschauer sieht also das bretterne Decorationselend mit handgreiflichster Deutlichkeit, und mufs sich mit dem Gedanken

dafs dies eben immer so gewesen und nicht anders zu machen sei, in eine gewisse Einbildung hinein trösten. Diese Verzerrung, dieses Auseinanderfallen der Linie ist natürlich vorzugsweise empfindlich bei den streng gebundenen architektonischen Decorationen, weil hier dieser Mangel sofort in die Augen springt. Viel weniger findet dies statt bei Decorationen, welche Gärten, Wald, Gebirge, überhaupt das Landschaftliche darstellen. Architekturen sind jedoch naturgemäfs als Schauplatz der Handlung in überwiegender Mehrzahl erforderlich, und werden als Bogenstellungen, Säulenhallen, Pavillons, Terrassen, Ruinen usw. mit Recht gern als Vordergrund auch für die landschaftlichen Decorationen verwendet, während letztere mehr auf den Mittelgrund beschränkt werden und ihnen vorzugsweise der Hintergrund und der Schlufsprospect vorbehalten bleiben. Auch bei Architekturen, mit deren Wesen es sich verträgt, findet sich als letzte Kulisse oder Bogen vielfach eine offene Halle mit Durchblick auf einen landschaftlichen Schlufsprospect. Der einzige Weg zur Abhülfe der oben hervorgehobenen schaubildlichen Mifsstände bei den architektonischen Decorationen besteht in der weiteren Ausbildung der bereits auf der Bühne gebräuchlichen sogenannten geschlossenen Decorationen. Ehe jedoch hierauf näher eingegangen wird, ist es nöthig, über die Bestimmung und Verwendung von Vordergrund, Mittelgrund und Hintergrund der Bühne zu sprechen.

Der Vordergrund gehört selbstverständlich den einzelnen Hauptdarstellern, der Mittelgrund den Massenentfaltungen, der Hintergrund den Durchsichten bei Architekturen, den entfernteren Theilen bei Landschaften. Wenn die in Abb. 4 im

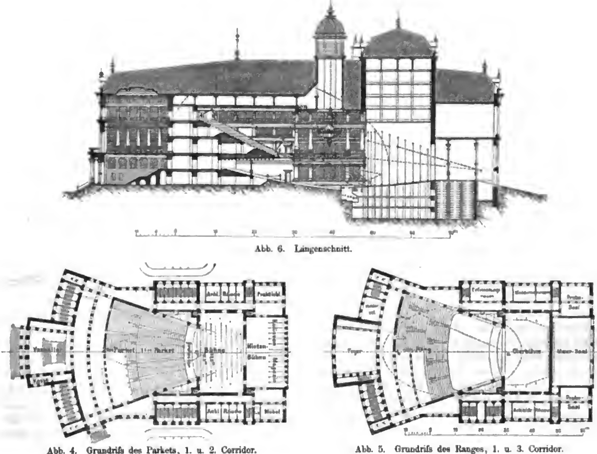


Abb. 6. Längenschnitt.

Abb. 4. Grundrifs des Parkets, 1. u. 2. Corridor.

Abb. 5. Grundrifs des Ranges, 1. u. 3. Corridor.

Grundrisse und in Abb. 6 im Durchschnitte gezeichnete Bühne bei einer Tiefe einschl. Proscenium von 19,80 m in acht Kulissengassen getheilt ist, so genügen für die Einzeldarsteller die ersten zwei bis drei Kulissengassen, diese und die folgenden drei für die Aufzüge und die Massenentwicklung, sodafs die letzten zwei unter allen Umständen für die Fernsichten vorbehalten bleiben. Stellt man nun nach Art der geschlossenen Decorationen für den Vordergrund zwei zusammenlaufende Seitenwände Abb. 4 und 7, so wird man davon folgende Vortheile haben: 1) Alle Zuschauer, die sich innerhalb der Verlängerung dieser Seitenwände befinden, werden jeder Handlung auf der Scene, auch wenn dieselbe ganz auf einer Seite, oder wenn „aus der Kulisse" heraus gespielt und gesprochen wird, stets und ohne aufzustehen oder sich vorzubiegen, mit Bequemlichkeit folgen können. 2) Wird eine solche geschlossene Decoration nebst Bögen und Schlufsprospect einen so täuschenden Eindruck des Körperlichen, Räumlichen machen, wie dies auf der Bühne zu erzielen nur irgend möglich ist. Diese Decoration wird durch Bögen in Verbindung mit einer abgeänderten Kulisseneinrichtung hergestellt. Der Kulissenständer *gg* Abb. 7 ist aus zwei kräftigen I Eisen verbunden und steht mit seinem Untertheil durch den Kulissenschlitz wie gewöhnlich im Kulissenwagen

auf. An ihm ist drehbar um das Gelenkband k der ebenfalls aus leichtem Eisen verbundene Flügel hh befestigt. Das Kulissenblatt ii besteht aus einem Rahmwerk von $^4/_{10}$ cm starken Holze, über welches die Leinwand gespannt ist. Das Blatt ist mit den Haken ee auf den Flügel hh oben und unten sicher aufgehängt. Es wird sich also mit dem Flügel hh leicht und sicher in die Linie $i'i'$ der Decoration drehen lassen, sobald der Kulissenständer in die Kulissengasse zwischen den Bögen df hinreichend weit vorgerollt worden ist. Auf diese Weise stellen die Kulissenblätter $i'i'$ Abb. 7 durchaus der Wirklichkeit entsprechend die Seitenwände der Vordergrunddecoration dar, und verbinden mit ihren Gesimsen und Gliederungen nicht nur genau schaubildlich die hintereinander folgenden Bögen df, sondern sie schneiden auch für die Prosceniumslogen und die Vorderplätze des Parkets den Einblick auf die Bühne vollständig ab. Da der Flügel hh nur bis 2,5 m über das Bühnenpodium herabreicht, können in dem untern Theile des Kulissenblatts Verbindungsthüren nach Bedürfnifs angebracht werden. Die Bogendecorationen springen gegen die Seitenwände um das Stück $i'f$ vor, welches die Theilung des Raumes durch Säulen- oder Pfeilerstellung auszudrücken hat, und zum Reichthum der Decoration und ihrer Körperlichkeit wesentlich beiträgt. Dieses Stück if erscheint, je nach der Stellung des Kulissenwagens, schmäler oder breiter und ist dementsprechend vom Decorationsmaler zu behandeln.

Zur Verwandlung bei offener Scene ist die Verdopplung der ganzen Einrichtung vorgesehen. Hinter den Bögen df hängen die Bögen $d'f'$ und hinter dem ersten Kulissenständer gg steht zurückgezogen ein zweiter $g'g'$; das Kulissenblatt $i'i'$ wird zurückgedreht, gg aus dem Bühnenbild zur Seite gerollt, $g'g'$ etwas vorgeschoben und sein Flügel mit dem Kulissenblatt herausgedreht. Zu gleicher Zeit verschwinden Bögen und Schlufsprospect nach oben und lassen die dahinter bereits hängende neue Decoration sichtbar werden.

In Abb. 7 schliefst sich an die Bühnenöffnung der unverrückbar befestigte erste Mantel a (manteau d'Arlequin) an, innerhalb dessen der feuersichere Vorhang, der Act- und Zwischenactsvorhang auf- und niedergehen. Der zweite Mantel b ist bereits auf einem Kulissenwagen mit ebenfalls eisernem Ständer aufgesetzt, um nach Bedürfnifs hereingeholt oder hinausgeschoben werden zu können. An ihn reiht sich dann das erste Kulissenblatt $i'i'$ an. In dem hiermit hergestellten Bühnenbilde kann der obere Theil der Bögen allerdings keine zusammenhängende Deckenfläche, sondern vorzugsweise die Träger und Gurtbögen usw. zeigen, welche quer über die Bühne hinweg laufen. Wenn sich der Maler indessen auf die Darstellung dieser Constructionstheile und für die sichtbaren Theile der Deckenfelder auf die diesen Constructionstheilen parallelen Linien, auf Rosetten und Rundornamente beschränkt, wird der Eindruck ein hinreichend befriedigender werden. Die hierzu senkrechten, zu den Seitenwänden also parallelen Linie sind möglichst zu vermeiden, da sie für den gröfsten Theil des Publicums in mehr oder minder auffallender Weise auseinander fallen müssen. Ein grofser Theil der Decorationsmaler verstöfst gerade hiergegen mit wenig begreiflicher Gleichgültigkeit. Bei den Decorationen des Mittelgrundes braucht man weniger peinlich zu verfahren, und kann sich mit einfachen Bögen begnügen, deren Seitentheile sogar im Schaubilde gegen die Seitenwände des Vordergrundes etwas zurückspringen und so den Eindruck hervorbringen können, als folgten auf den vorderen Raum noch mehrere breitere Säle. Das Bühnenbild erhält dadurch etwas Grofsartiges, dessen Eindruck noch erhöht wird, wenn es der Hintergrund mit ein oder zwei Landschaftsbögen und einem Schlufsprospect abschliefst, welcher einen Blick ins Freie, ins Gebirge, aufs Meer usw. darstellt. Eins kann beim Hinter-

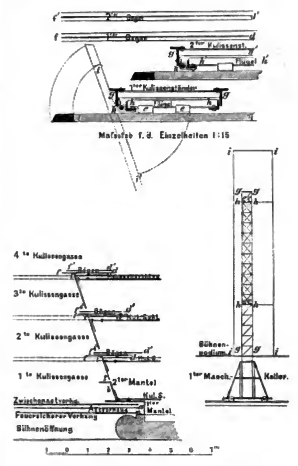


Abb. 7. Anordnung der Vordergrunddecoration.

grunde nicht genug hervorgehoben werden: Die letzten Kulissengassen der Bühne dürfen bei offener Scene niemals vom Personal betreten werden, denn erstens fällt die Gröfse der menschlichen Gestalt gänzlich aus dem Mafsstabe des Hintergrundbildes heraus, und zweitens ist aus demselben Grunde zu vermeiden, dafs auch nur die Schatten der Personen auf die Hintergrunddecorationen geworfen werden. Selbst auf gröfseren Bühnen wird hiergegen nicht allzu selten empfindlich gesündigt. Soll das Bühnenbild eine Waldlandschaft, eine Gebirgsgegend oder dgl. vorstellen, so geschieht dies, da ein streng gesetzmäfsiger Zusammenhang der einzelnen Decorationstheile der Natur der Sache nach hier gar nicht vorhanden ist, sein Mangel also auch nicht empfunden werden kann, ganz wie bisher am besten ebenfalls durch Landschaftsbögen, zwischen welche im Vordergrunde, um den Einblick abzuschneiden, einige Kulissenblätter als Bäume, Felsen usw. schräg eingesetzt werden.

Das Verwandeln der Decoration bei offener Scene war bis etwa 1830 bei den französischen wie bei allen andern Theatern in solchem Mafse die Regel, dafs der Vorhang bei Beginn des Stücks gehoben und dann überhaupt erst beim Schlufs der Vorstellung wieder gesenkt wurde. Trotz der aufgewendeten Mühen und Kosten, um mittels offener Verwandlung einen angenehmen Eindruck, eine Täuschung, eine Ueberraschung der Zuschauer hervorzubringen, mufste man sich endlich doch eingestehen, dafs an Stelle der glücklichen Zeiten, welche jede auch nur halb gelungene derartige Verwandlung mit naiver Bewunderung hinnahm, ein kritischeres Zeitalter getreten war, dessen Ansprüche zu befriedigen mehr und mehr unmöglich wurde. Man verwandelte daher bei herabgelassenem Vorhange und nur ausnahmsweise bei offener Scene. Im Laufe der Zeit ist dies überall die Regel geworden, sodafs man beispielsweise nur noch sehr selten heute alle Kulissen gleichzeitig verschwinden oder erscheinen sieht, obwohl die Vorkehrungen zur Kupplung der Kulissen, Soffiten usw. bei jeder besseren Bühneneinrichtung vorhanden zu sein pflegen. Die Vornahme einer solchen Verwandlung erfordert eben eine grofse Zahl sehr gut eingeübter Arbeiter, ohne dafs dabei eine Sicherheit für den befriedigenden Erfolg gegeben ist. Aber dennoch kommen Fälle vor, in welchen eine offene Verwandlung nicht zu umgehen ist, so z. B. in der Oper „Margarethe“ die Verwandlung der Brockenscene in das Bachanal. Um Platz zu haben für die Anordnung des letzteren, welches fertig gestellt werden mufs, während die Brockenscene spielt, wird für diese nur ein Felsbogen in die erste Kulisse, und der Prospect in die zweite Kulissengasse gehängt. Es bleiben also für die Gruppenbildung des Bachanals die dritte, vierte, fünfte und sechste Kulissengasse, zusammen etwa 120 qm übrig, ein Raum, hinreichend zur Entfaltung eines Bildes mit 150 bis 200 Darstellern. Die letzten beiden Gassen sind für die Bildtiefe freigelassen. Auf den Wink Mephistos verschwindet Felsenkulisse, Bogen und Prospect des Brockenbildes, das glänzend erleuchtete Bachanal und dessen Gruppen nehmen das Auge der Zuschauer gefangen, während die dazu gehörigen Flügel der ersten beiden Architecturkulissen rasch vorgeschoben und hinausgedreht, dann aber volles Licht auch von Fufsrampe, Portal und erster Oberrampe (Soffite) auf den Vordergrund gegeben wird.

Bei der bisherigen geschlossenen Decoration liefs sich überhaupt weder in dieselbe noch aus derselben verwandeln, da die einzelnen Wandtheile auf die Scene getragen, aufgestellt und dann mittels Steifen abgeschwertet und festgebohrt werden müssen. Diese Arbeit ist zeitraubend. Die einzelnen Decorationstheile stehen fast nie völlig richtig, sondern hängen bald rechts bald links über. Durch den oben erläuterten Abänderungsvorschlag ist nicht nur die Verwandlungsfähigkeit bei offener Scene, wie vorher nachgewiesen, gewahrt, sondern auch — und dies ist die Hauptsache — das gewöhnliche Verwandeln hinter dem Vorhange erfolgt rasch, sicher und genau richtig. Der Zeitgewinn ist sehr wesentlich und der Zwischenact kann auf ein geringstes herabgesetzt werden, sodafs das Fortschreiten der Handlung nicht durch verschiedene Pausen von 5 bis 10 Minuten unterbrochen und der Erfolg der Darstellung damit gelähmt wird. Zur Erholung der Zuschauer genügt eine Pause von längerer Dauer, welche geschickt zu legen Sache des Regisseurs ist.

Die geplante Vordergrunddecoration bietet also, um dies noch einmal zusammenzufassen, die Vortheile erstens der Uebersichtlichkeit von allen Plätzen des Zuschauerraumes, zweitens eines reichgegliederten, schaubildlich richtigen, körperlich zusammenhängenden Bühnenbildes und drittens einer raschen und sicheren Verwandlung. Unseres Erachtens dürfte damit schon recht viel erreicht sein! Die neuzeitlichen Panoramabilder zeigen am schlagendsten, wie weit durch einen körperlichen Vordergrund, aus welchem der Blick allmählich auf die nur gemalte Hintergrundleinwand geleitet wird, die Einbildung der Wirklichkeit selbst bei geringer Tiefe hervorgerufen werden kann. Wie viel mehr mufs dies der Fall sein bei den bedeutenderen Tiefenabmessungen einer Bühne, bei der thatsächlich räumlich aufgebauten Architektur des Vordergrundes, bei den in Fleisch und Blut auftretenden und handelnden Personen, welche durch die Kunst des Vortrags den Zuhörer in die Welt der Dichtung tragen!

Es bleibt nur noch zu untersuchen, ob die geplante Bühne, welche flacher, aber dafür desto breiter ist, als die bisher üblichen, sich auch für die Massenentfaltung des Chors, des Ballets und der Statisten eignet. Nach Abzug der vorderen 3 m für die Einzeldarsteller und der letzten 4 m für die Hintergrunddecoration bleiben noch $12 \cdot 15$ m = 180 qm übrig, auf denen 300 bis 360 Darsteller bequem in Gruppen untergebracht werden können. Ausnahmsweise kann sogar die Schlufsdecoration auf die Hinterbühne verlegt, und so noch weiterer Raum für 100 Menschen geschaffen werden. Die neue Pariser Oper kann auf ihrer Bühne auch nicht viel mehr als 500, und unter Benutzung der Hinterbühne und des „Foyer de la danse“ 700 bis 800 Darsteller unterbringen, und zwar nur dadurch, dafs dieselben zu 40 oder 50 Reihen hintereinander stehen, während doch, wie in unserm Falle, 24 bis 30 Reihen hintereinander schon vollkommen ausreichend sind, das Massenhafte auszudrücken. Die allzugrofse Tiefe wird eben unnutzbar, da die Vorderen die Hinterstehenden schliefslich — wenigstens für das Parket und den ersten Rang — mehr und mehr verdecken. Dagegen ist die erheblichere Breite für die Entwicklung und den Anblick der Gruppen von unbestreitbarem Nutzen. So kann das neue Opernhaus in Frankfurt a/M. zwar auch 300 bis 400 Menschen, wie auf der geplanten Bühne, aufstellen; aber nur unter übertriebener Ausnutzung der Tiefe. Es erscheint diese Zahl, auch auf 300 beschränkt, für die beabsichtigten Bühnenwirkungen, selbst verwöhnten Ansprüchen gegenüber, bei geschickter Anordnung völlig ausreichend. Das Gelingen des künstlerischen Eindrucks liegt jedenfalls nicht in der unbegrenzten Zahl der Darsteller.

Die Wirkung der Gruppenbildung wird durch das Ansteigen des Podiums nach hinten, besonders für die grofse Zahl der Parketbesucher, wesentlich erhöht. Andernfalls würde man vom Parket das Podium nur in sehr starker Verkürzung übersehen können. Bei den jetzigen tiefen Bühnen hat man dieser Steigung, welche eine schaubildliche Folge der zusammenlaufenden Seitendecorationen ist, ein Mafs von 3 bis 4 pCt. der Tiefenabmessung der Bühne gegeben. Diese Neigung ist für das Ballet nicht nur nicht hinderlich, sondern für den Tanz aus dem Hintergrunde in der Diagonale nach vorn, in den die Hauptwirkung gelegt wird, besonders erwünscht, da sie den kräftigen Schwung begünstigt (Langhans). Bei der breiten Bühne könnte man diese Neigung unbedenklich auf 6 pCt. der Tiefe für das Proscenium vom Orchester bis zur Vorhangslinie, auf 4 pCt. für die ersten sechs Kulissengassen (die eigentliche

Scene, soweit sie von den Darstellern betreten wird) und auf 8 pCt. für die siebente und achte Gasse des Hintergrundes festsetzen.

Nicht ohne Berechtigung könnte man schliefslich bei so grofsen Vorzügen der geplanten Bühneneinrichtung fragen, warum die Breite der Bühnenöffnung, von welcher die Zuschauerzahl in erster Linie abhängt, auf 19 m beschränkt worden ist. Eine Erweiterung um einige Meter würde nicht unmöglich, damit aber jedenfalls die äufserste Grenze erreicht sein. Diese Grenze wird durch künstlerische und praktische Erwägungen gezogen. Die gröfsere Breite der Bühne führt auch, wenn kein unschönes, gedrücktes Verhältnifs des Raumes entstehen soll, eine gröfsere Höhe der Soffiten unabweislich mit sich. Durch die Soffiten, oder in unserm Falle durch die Obertheile der Bögen gegen den Zuschauerraum gedeckt, ist (η in Abb. 2) die Soffitenbeleuchtung angebracht. Bei einem 9 m betragenden Abstande derselben vom Podium einer mittelgrofsen Bühne rechnet man für das laufende Meter etwa eine Lichtmenge von 100 bis 120 Normalkerzen (6 Flammen zu 16 bis 20 Normalkerzen). In unserer Abbildung 6 hängt die erste Oberbeleuchtung 12 m über Bühnenpodium, würde also, da die Lichtstärke nach dem Quadrat der Entfernung abnimmt,

$\frac{100+120}{2} \cdot \frac{12^2}{9^2} =$ rund 195 Normalkerzen, also fast das Doppelte derjenigen Lichtmenge aufweisen müssen, welche bei 9 m Höhe über Podium genügt, um derselben gleich zu wirken. Die Steigerung der Höhe der Soffiten, welche von der wachsenden Breite der Bühnenöffnung abhängig ist, dürfte demnach in den nach dem Quadrat wachsenden Kosten der Beleuchtung sehr bald ihre Grenze finden. Ferner müssen an dieser vergröfserten Höhenentwicklung auch die andern Decorationen: Kulissen, Satzstücke usw., mit derselben Unabwendbarkeit theilnehmen. Das erste Kulissenblatt würde bei 1,90 m Breite und 9 m Höhe rund 200 Pfund wiegen, zu seiner Handhabung also bereits 3 bis 4 kräftige Arbeiter erfordern. Durch noch gröfsere Abmessungen mit dem Gewicht hierüber hinaus zu gehen, ist mit Rücksicht auf den Bühnendienst nicht zu empfehlen. Endlich sind auf der Scene hin und wieder auch kleinere Räume, Dachzimmer, Mansarden, Bauernstuben usw., darzustellen, deren Natur so bedeutende Mafse nicht recht verträgt. Man mufs sich dann, wie es auch schon jetzt auf gröfseren Bühnen geschieht, dadurch helfen, dafs man den zweiten Mantel, wie die Bögen und Kulissen, von beiden Seiten mehr und mehr in die Scene hineinschiebt, den eigentlichen Raum in die dritte und vierte Kulisse, und vor denselben noch einen Vorraum legt, um so in schickliche Abmessungen zu gelangen. Diese Aushülfe ist uralt. Schon die Griechen hatten bei ihrer breiten Bühne hierfür das „Ekkyklema", einen kleinen abgeschlossenen Raum, welcher hinter eine viereckige Oeffnung der Schlufsdecoration gerollt wurde.

Der Raum hinter den Kulissen bis zu den massiven Seitenmauern der Bühne wird durch die zusammenlaufenden Seitendecorationen in einer Weise abgetheilt, wie sie dem Bedürfnisse gar nicht besser entsprechen kann. Neben dem Vordergrunde ist der Platz am beschränktesten, für die Zahl der Einzeldarsteller aber immer noch reichlich bemessen. Neben Mittelgrund und Hintergrund dehnt er sich immer mehr, um im Zusammenhange mit der Hinterbühne das Aufstellen und Anordnen der Chöre und Aufmärsche für die Massenentwicklungen zu ermöglichen und auch noch diejenigen Kulissen, Satzstücke usw. aufzunehmen, welche zum raschen Wechsel der Decoration für den Abend nöthig sind. Die beiden Seitenthüren der Bühnenhinterwand, deren grofse Mittelöffnung durch eiserne Schiebethore gegen die Hinterbühne abzuschliefsen ist, dienen zur Verbindung der beiden Bühnenseiten, falls die Hinterbühne zum Stellen der Schlufsdecoration mit in Anspruch genommen wird.

Bei den grofsen Vorzügen der Bogendecorationen, der schönen Wirkung, die sie machen, der Leichtigkeit ihrer Bewegung und dem geringen Platz, den sie beanspruchen, nehmen sie auch auf der geplanten Bühne unter allen Decorationen den ersten Rang ein. Aufser ihnen und den Schlufsprospecten sind nur noch die Kulissenblätter für den Vordergrund und die Satzstücke zur Ausstattung des Bühnenbildes als vorhanden angenommen. Die vier Maschinengalerieen, Abb. 6, haben nur in der zweiten, dritten und vierten Galerie eine Verbindung über die Bühne hinweg durch drei schmale eiserne Brücken, welche an die Träger des Schnürbodens angehängt sind. Der ganze übrige Raum über der Bühne bis zum Schnürboden ist frei und kann aufser den Soffitenbeleuchtungen noch etwa 16 Bögen oder Prospecte über jeder Kulissengasse aufnehmen, eine Zahl, welche mehr als hinreichend ist, den Bedarf eines Abends zu decken. Die andern Bögen und Prospecte müssen in Magazinen untergebracht werden. Dieselben wie die Kulissenmagazine in besonderen Gebäuden einzurichten, ist ein Nothbehelf, der nur dann zu entschuldigen ist, wenn die Beschränktheit des Bauplatzes dies erfordert. Durch das weite Tragen oder Fahren, das vielfache Auf- und Abladen, durch Regen, Staub und Sonne leiden die Decorationsstücke mehr, als wenn sie doppelt und dreimal so lange auf der Bühne benutzt werden. Wie häufig ereignet es sich nicht, dafs durch plötzliche Erkrankung eines Darstellers die Aufführung eines in der Scenerie völlig vorbereiteten Stückes kurz vor seinem Beginn unmöglich gemacht wird und dafür ein anderes gegeben werden mufs. Bei Magazinen aufserhalb des Theaters werden die Schwierigkeiten alsdann leicht so grofs, dafs an einem derartigen Abende überhaupt nicht gespielt werden kann. Der Grund der Feuergefährlichkeit, aus welchem man die Magazine in neuerer Zeit häufig aus den Theatergebäuden verbannt, ist hinfällig, wenn diese Räume von der Bühne getrennt und dabei doch leicht zugänglich und passend eingerichtet sind. Die mit Erdfarben übermalte und vorher ebenso wie das Holzwerk imprägnirte Leinwand brennt überhaupt sehr schwer und glimmt dann höchstens. Der bisher gewöhnliche Herd des Feuers ist auch nicht in diesen Magazinen, sondern auf der Bühne und zwar besonders in der Gasbeleuchtung der Soffiten zu suchen.

Das Gardinenmagazin für Bögen, Prospecte, Schleier, Vorhänge u. dgl. wird, um den Platz auszunützen, am besten unter der Hinterbühne angelegt. Durch Lüftung ist dafür zu sorgen, dafs es immer trocken bleibt. Es besteht aus mehreren Abtheilungen von 3 m Breite über- und nebeneinander, welche durch Ständer und Kopfbänder von einander getrennt sind. Auf je ein Kopfband lassen sich von den zusammengerollten und dann etwa 30 cm starken Prospecten drei und darüber noch zwei Stück, zusammen also fünf Stück, der Länge nach aufstapeln. Der Fufsboden der Hinterbühne (Abb. 6) hat über der Mitte jedes Ganges einen Schlitz von 50 cm Breite, welcher ähnlich wie die Cassetten einer Bühne durch Brettklappen, die

sich aber nach oben öffnen, geschlossen ist. Durch diese Klappen werden die Prospecte usw. an Haken und Stricken herabgelassen und gleich auf ihr Kopfband abgelegt. Die Einrichtung Abb. 6 zeigt in dem untersten Geschosse je vier, in den beiden oberen je fünf Kopfbänder, sie enthält also: $3 \cdot (4 + 5 + 5) \, 2 = 84$ Kopfbänder, kann also $84 \cdot 5 = 420$ gerollte Decorationen aufnehmen. Eine Architekturdecoration der geplanten Bühne besteht aus 2 bis 3 Bögen oder 2 Bögen und einem Prospecte des Vordergrundes (dritte Kulissengasse), dazu $2 \cdot 3 = 6$ Kulissenflügeln und den nöthigen Satzstücken zum Ausfüllen der Bühne und als Thür-, Fenster- oder Kamin-Einsätze. Mittel- und Hintergrund enthalten zusammen durchschnittlich 4 Bögen und einen Prospect. Eine Ausstattung mit 35 vollständigen Architekturen, 10 landschaftlichen Vordergründen und 15 theils architektonischen, theils landschaftlichen Mittel- und Hintergrunddecorationen ist für eine Bühne schon eine ganz stattliche, besonders wenn der Decorationsmaler die einzelnen Stücke so ausbildet, dafs sie zu scheinbar immer andern Bildern zusammengesetzt und durch Hinzufügen einiger Satzstücke oder eines neuen Schlufsprospects eine vom bisherigen verschiedene örtliche Beziehung erhalten. 35 Architekturen, jede zu 3 Stück, würden ergeben . . . . 105 Stück
10 landschaftliche Vordergrunddecorationen, jede zu 3 Stück . . . . 30 „
15 Mittel- und Hintergrunddecorationen, jede zu 4 Stück . . . . 60 „
Schlufsprospecte, vorzugsweise landschaftlicher Art 50 „
zusammen 245 Stück

Im Gardinenmagazin (Abb. 6) können 420 Stück Decorationen und aufserdem auf der Bühne unter dem Schnürboden $7 \cdot 16 = 112$ Stück Platz finden. Damit wäre reichliche Ausdehnung der Decoration vorgesehen. Für die Vordergrunddecorationen sind durchschnittlich je 6 Kulissenblätter und etwa 4 Satzstücke im Kulissenmagazin unterzubringen. Diese 10 Stück von 1,90 m Breite, 8 bis 9 m Höhe und 4 cm Dicke nehmen, übereinander gelehnt, $4 \cdot 10 = 40$ cm oder mit Spielraum und da sie etwas schräg gestellt werden müssen, einen Raum von 60 cm Tiefe bei rund 2 m Breite ein.

Das Kulissenmagazin, Abb. 4, welches sich an die Hinterbühne anschliefst, besteht aus $2 \cdot 6$ Ständen rechts und links neben der Pferderampe. Jeder Stand hat 6 m Länge bei 2 m Breite, kann also an jeder Seite 3 Decorationsstapel von 2 m Breite und 0,60 m Tiefe, zusammen 6 Stapel fassen und dabei noch einen Gang in der Mitte von 0,80 m Breite, welcher sich oben zu $1 \cdot 20$ m erweitert, zum Hin- und Herschaffen frei lassen. Im Magazin lassen sich daher statt der Kulissen und Satzstücke für $35 + 10 = 45$ Vordergrunddecorationen deren $2 \cdot 6 \cdot 6 = 72$ unterbringen. Aufserdem ist auf den Kulissenständern und der Bühne selbst noch Platz für 4 bis 8 Decorationen, sodafs auch für diese Stücke Zuwachs statthaben kann. Selbstverständlich müfste streng darauf gesehen werden, dafs nur die Decorationen des jedesmaligen Abends auf die Bühne gebracht werden. Anderenfalls ist es für die Bequemlichkeit der Maschinisten zu verführerisch, nach und nach die ganze Bühne damit vollzustopfen. Auf sehr vielen Bühnen trifft man die Stapel verschiedener Decorationen aus Platzmangel oder wegen schlechter Einrichtung übereinander gestellt. Wie viel Zeit hierdurch beim Umstellen verloren geht, wie die Kulissen dabei leiden, bedarf wohl keiner weiteren Ausführung.

Zu beiden Seiten der Hinterbühne befinden sich die Räume für die Practicabel und für die Möbel, darüber, mit besonderen Treppen zugänglich, die Requisiten- und Waffen-Kammern in zwei Geschossen, dann endlich zwei grofse, hohe Probesäle, zwischen denen sich der Malerboden unmittelbar über der Hinterbühne erstreckt. Der Fufsboden des Malerbodens ist nahe der Bühnenmauer durch einen ähnlichen Längsschnitt im Fufsboden mit der Hinterbühne verbunden, wie diese mit dem unter ihr liegenden Gardinenmagazin. So können die Decorationsstücke in bequemer Weise ebenfalls durch Stricke und einige Rollen von ihm und nach ihm von der Hinterbühne und nach derselben oder dem Gardinenmagazin geschafft werden. Auf der einen Seite des Malerbodens führt zu demselben der Zugang von der massiven Haupttreppe des Bühnenhauses, auf der andern ist die Farbenküche eingerichtet. Längs der beiden Seitenwände der Bühne erstrecken sich feuersichere Laufgänge bis zum Treppenhause und Ausgange. An ihnen liegen die Ankleideräume zur rechten Seite für Männer, zur linken für Frauen. Ebendort sind an den Proscenien des Zuschauerhauses zwei Aufzüge eingerichtet, welche sowohl gebrechlichen Personen das Ersteigen der Treppen ersparen, als auch zum Hin- und Herschaffen von Kleidern, Sachen aus den Geschossen nach der Bühne und umgekehrt, und zum Beseitigen selten gebrauchter oder veralteter Decorationen nach dem Dachboden dienen, falls letztere nicht sofort nach dem Malerboden kommen, um dort aufgemalt oder umgeändert zu werden. Neben den Aufzügen liegt links ein gröfserer Ankleideraum für zwei bis drei Frauen, rechts ein Sprechzimmer, in welchem sämtliche Darsteller ihr Stichwort abwarten können. Neben diesen Räumen folgen in den oberen drei Geschossen weitere Ankleideräume, die als gröfsere Säle vorzugsweise für die untergeordneteren Darsteller dienen; in den beiden obersten Stockwerken endlich die Schneiderwerkstätten, Kleider- und Vorrathskammern. Die feuersicheren Laufgänge wiederholen sich vom Erdgeschofs bis zum Dachboden. Einzelne mit selbstthätigen Eisenthüren verschlossene Oeffnungen führen von ihnen auf die Maschinengalerieen, um im Falle eines Brandes von dort gegen das Feuer vorgehen zu können. Auf diese Weise sind zugleich die Ankleideräume wirksam abgeschlossen. Das ganze Erdgeschofs unter dem Bühnenhause ist bis auf das Gardinenmagazin und die Unterbühne überwölbt. Unter dem Kulissenmagazin sind am passendsten die Werkstätten für Tischler, Schlosser, Klempner, Tapezierer, unter den Männerankleideräumen die Verwaltungs- und Kassenräume sowie der Haupteingang für das Bühnenpersonal, unter den Frauengarderoben die Aufbewahrungsräume für Beleuchtungsgegenstände und die Wohnung des Castellans unterzubringen.

Die Vorsichtsmafsregeln gegen Feuersgefahr sind oben bereits ausführlich behandelt. Bei einem neu aufzuführenden Theater würden aus Holz nur einzelne Rähme oder Balken der Untermaschinerie, das Bühnenpodium, die Rähme der Kulissen und die Geländerholme der Galerieen übrig bleiben und wie die Leinwand der Decorationen feuersicher zu imprägniren sein. Alle anderen Constructionstheile einschliefslich des Dachverbandes müfsten aus Eisen, die Latten der Bögen und Prospecte aus flacheirunden, leichten Blechrohren, die Leinen aus Drahtseilen bestehen. Ist dann noch elektrische Beleuchtung durch Glühlichter für die ganze Bühne vorhanden, so ist jede Feuersgefahr so gut wie ausgeschlossen, weil es nichts Brennbares von irgend

welcher Bedeutung daselbst giebt. Kommen hierzu vier Wasserpfosten auf Höhe der Bühne, vier weitere neben den Maschinengalerieen, so hoch der Druck in der öffentlichen Wasserleitung ausreicht, ferner auf dem Schnürboden, wo Brennbares nicht vorhanden oder dessen Anhäufung nicht zu besorgen ist, noch einige Schnelllöscher, endlich eine Wache von drei bis vier Mann Berufsfeuerwehr, so könnten alle anderen Vorkehrungen, Lüftungsschlot, Regenapparat, selbst eiserner Vorhang unbedenklich fortfallen. Zur Beruhigung des Publicums würde allenfalls noch ein Vorhang aus leichtem Eisengerippe, mit feuersicherem Stoff bespannt, dienen. Unerläſslich bleibt aber trotzdem eine telegraphische Verbindung mit dem Centralfeuerwehrdepot durch zwei Melder zu jeder Seite der Bühne und vier ebensolche, die auf den Gängen des Zuschauerhauses zu vertheilen sind.

(Schluſs folgt.)

Katholische Kirche in Groschowitz.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 47 im Atlas.)

Die Einwohnerzahl des etwa 5 km von der Regierungsstadt Oppeln entfernten Dorfes Groschowitz ist in den letzten Jahrzehnten, namentlich durch den Aufschwung, welchen die oberschlesische Cementfabrication genommen, bedeutend gewachsen. Die ungefähr aus der Mitte des XVII. Jahrhunderts stammende kleine Kirche ohne jeden künstlerischen Werth genügte der Gemeinde in keiner Weise. Ein Neubau erwies sich deshalb als dringend nothwendig und es wurde der im Jahre 1878 im Ministerium der öffentlichen Arbeiten gefertigte Entwurf während der Jahre 1881 bis 1883 von dem damaligen Regierungsbaumeister Adank zur Ausführung gebracht. Als Bauplatz ist der von der alten Kirche eingenommene und von einer Begräbniſsstätte umschlossene Theil des Dorfangers gewählt, obgleich derselbe so beschränkt ist, daſs die Längsachse der neuen Kirche gegen das Herkommen von Nord nach Süd gelegt werden muſste.

Da die Gemeinde bereits vor einem Jahrzehnt gegen 3000 Seelen zählte, so war Raum für 1645 Kirchenbesucher zu beschaffen, und zwar 755 Sitzplätze für Erwachsene und Kinder und 890 Stehplätze. Der Grundriſs zeigt eine kreuzförmige Anlage. Vor die kurzen Kreuzarme sind halbe Sechsecke als Apsiden vorgelegt. Niedrige Seitenschiffe, welche meistens nur dem Verkehr dienen, lehnen sich an das Langschiff an und sind zu beiden Seiten des Presbyteriums, wo die Sacristei und die Taufcapelle angeordnet sind, ebenfalls mit halben Sechsecken abgeschlossen. Westlich von dem mit einer Vorhalle versehenen Haupteingange ist der 4,80 m im Geviert messende Glockenthurm errichtet, welcher zugleich die Treppe zur Orgelempore aufnimmt. Auf der gegenüberliegenden östlichen Seite ist ein Theil des Seitenschiffes für die Aufstellung des Beichtstuhles abgetrennt. Der Chorgiebel trägt einen Aufbau für die Signalglocke. Auſser dem Haupteingange sind noch Nebeneingänge durch den Thurm und in den Apsiden der Kreuzarme vorgesehen. Die über letzteren befindlichen Emporen sind durch kleine vorgelegte Treppenthürme zugänglich. Das 33,13 m lange und 11,00 m breite Mittelschiff ist mit zwei quadratischen Kreuz- und drei rechteckigen Tonnengewölben überspannt. Gleiche Tonnen überdecken die kurzen Kreuzarme. Die Höhe bis zum Scheitel der Hauptschiffe beträgt 11,90 m, während die Seitenschiffe nur 4,30 m hoch sind. Die Kirche ist auf Kalksteingrundmauern im Ziegelrohbau ausgeführt und mit deutschem Schiefer eingedeckt, eine gleiche Deckung hat der aus Holz errichtete Thurmhelm erhalten. Auſser den gewöhnlichen hartgebrannten Vollziegeln sind nur einfache Formsteine für die Gesimse und zur Abdeckung der schrägen Flächen sowie für die im Rohbau gehaltenen Gewölbrippen des Innern zur Anwendung gekommen. Das Maſswerk der groſsen Rosenfenster im Giebel, im Langschiff und in den Apsiden ist in Lauban gefertigt worden. Das Bauwerk zeigt einfache romanische Formen. Seine guten Verhältnisse würden noch besser zur Geltung kommen, wenn der Bauplatz etwas höher und freier gelegen wäre. Das Innere macht einen ruhigen, wohlthuenden Eindruck. Die hohe Wand des Mittelschiffes ist nach den Seitenschiffen hin mit Bogenöffnungen durchbrochen, welche ihrerseits durch Bogenstellungen auf Säulen getheilt sind. Groſse Rosenfenster von 2,30 m Durchmesser und halbkreisförmig abgeschlossene schmale Fenster führen dem Hauptschiff reichliches Licht über den Dächern der Seitenschiffe zu. Letztere werden durch schmalere Fensteröffnungen erleuchtet. Zur Aufnahme des bedeutenden Gewölbeschubes sind die Widerlagswände des hohen Schiffes durch Strebebögen abgesteift, während die Ecken der Apsiden durch Strebepfeiler verstärkt sind.

Die innere Ausstattung ist einfach: Die geputzten Wand- und Gewölbeflächen sind in hellen Farbentönen gehalten. In den Gängen besteht der Fuſsbodenbelag aus Granitfliesen, im Presbyterium aus schlesischem Marmor. Die Kirchenstühle stehen auf Dielung. Während die schmalen Fenster mit grünlichem Glase rautenförmig verglast und mit farbigen Friesen belebt sind, weisen die Rosenfenster des Schiffes bunte Glasmusterung, diejenigen des Presbyteriums gemalte Verglasung auf, durch welche das einfallende Licht angenehm gebrochen wird. Für die aus Lärchenholz gefertigten Aufbauten über den gemauerten Altartischen hat der Ortspfarrer Stuchly Bilder gestiftet. Die Kanzel ist aus Holz gefertigt, ebenso wie der Schalldeckel mit einfacher Schnitzarbeit verziert und durch reiche Vergoldung belebt. In ähnlicher Weise ist das Orgelgehäuse behandelt, welches ein Werk mit 20 klingenden Stimmen umschlieſst. Für den Taufstein wurde Sandstein, für die Weihwasserbecken Marmor verwendet. Die Säulen, welche mit darüber gespannten Bögen die Emporen unterstützen, sind aus Bunzlauer Sandsteinbrüchen bezogen. In dem vom Fuſse bis zur Spitze ohne Kreuz 38,20 m hohen Thurme ist ein dreistimmiges Geläute aufgehängt. Sämtliche Treppen bestehen aus Granit. Eine steinerne Umwehrung umgiebt den Kirchplatz. Die Gesamtbaukosten haben einschlieſslich Abbruch des alten Gotteshauses für den Kirchgänger 60,9 ℳ, für den Sitzplatz 132,8 ℳ, d. h. im ganzen 100257 ℳ betragen, in welcher Summe der Betrag von 11072 ℳ für Hand- und Spanndienste enthalten und wobei das staatliche Patronat mit zwei Dritteln der Baukosten betheiligt ist.

Zusammenstellung der bemerkenswertheren preufsischen Staatsbauten aus dem Gebiete des Landbaues, welche im Laufe des Jahres 1886 in der Ausführung begriffen gewesen sind.

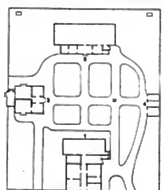
(Schlufs.)

XI. Hospitäler und Krankenhäuser, Bäder, Blinden- und Taubstummen-Anstalten.

Von den 10 hierher gehörigen Bauausführungen (gegen 12 des Vorjahres) blieb eine der 6 früher begonnenen unvollendet, nämlich der Bau der Augenklinik in Greifswald (X), für welchen noch die Fertigstellung der Malerarbeiten, der inneren Einrichtung und der Nebenanlagen erübrigte.

Von den vier nachfolgenden neu begonnenen Bauausführungen wurden die drei zuerst genannten auch im selben Jahre vollendet:

1. Quarantäne- und Desinfectionsanstalt in Swinemünde (VIII), welche nach nebenstehendem Lageplane erbaut ist. In diesem ist 1 = Aufseherwohnhaus und Baracke für Cholera-Verdächtige, 2 = Krankenbaracke, 3 = Desinfections- und 4 = Stallgebäude. Sämtliche Gebäude mit Ausnahme des massiv ausgeführten und überwölbten Desinfectionsraumes sowie des in Ziegelfachwerk hergestellten Aufseherhauses sind in Fachwerk mit innerer und äufserer Bretterverkleidung errichtet. Die Dächer sind mit doppelter Asphaltpappe eingedeckt. Von der Gesamtanschlagssumme von 31700 ℳ entfallen auf das Aufseherhaus 10700 ℳ (47,61 ℳ f. d. qm und 10,95 ℳ f. d. cbm), 8500 ℳ auf die Krankenbaracke (43,36 ℳ f. d. qm und 9,74 ℳ f. d. cbm), 8200 ℳ auf das Desinfectionshaus (84,30 ℳ f. d. qm und 21,35 ℳ f. d. cbm), 1300 ℳ auf das Stallgebäude (41,37 ℳ f. d. qm und 14,94 ℳ f. d. cbm) und 3000 ℳ auf Nebenanlagen.



2. Quarantäne- und Desinfectionsanstalt in Emden (XXV). Dieselbe ist ähnlich wie die vorgenannte ausgeführt. Gesamtanschlagssumme 25700 ℳ.

3. Waschküche und Reparaturwerkstatt für die Seebadeanstalt auf Norderney (XXV). Das Gebäude, in Ziegelrohbau unter Holzcementdach erbaut, enthält eine Waschküche, eine Plättstube, eine Reparaturwerkstatt und eine Geschirrkammer. Anschlagssumme 10154 ℳ (61,91 ℳ f. d. qm und 10,0 ℳ f. d. cbm).

4. Speisesaal nebst Küche für den Gasthof „Hannover" in Bad Nenndorf (XXIX). Der nach beistehender Grundrifszeichnung in Ziegelrohbau unter überhängendem Schieferdach errichtete Gebäudetheil steht mit dem Gasthofe durch die vergröfserte Veranda und einen Gang aus der Küche in Verbindung. Anschlagssumme 54000 ℳ (114,8 ℳ f. d. qm und 11,20 ℳ f. d. cbm). Im Grundrifs bezeichnet: *g* = Kleiderablage, *sp* = Speisesaal, *a* = Anrichteraum, 1 = Schänkraum, *sk* = Spülküche, *k* = Küche und *s* = Speisekammer.



XII. Ministerial-, Regierungs- und Dienstgebäude anderer Behörden.

Unter den 11 hierher gehörigen Bauausführungen (gegen 9 im Vorjahre) befanden sich 9 früher begonnene, von welchen 2 unvollendet blieben, und zwar:

1. das Regierungsgebäude in Breslau (XIII), für welches noch die Einebnung der Umgebungen, sowie die Bepflanzung des Präsidialgartens und der Vorgärten erübrigte,

2. das Regierungsgebäude in Stade (XXIII), welches im nördlichen Flügel bis zum Kämpfer der Fenster des zweiten Stockwerkes und im südlichen Flügel und Mittelbau bis zum Fenstersturz des ersten Stockwerkes hochgeführt wurde. Die Sandstein- und Ziegelverblendung wurde in allen diesen Theilen gleichzeitig fertig gestellt.

Neu begonnen sind:

1. Das Aichungsamt in Posen (XI) auf einem bisher nur für die Fafs-Aichung benutzten Grundstücke an der Louisenstrafse. Das Gebäude wird in einfachem Ziegelrohbau errichtet, zum Theil mit Schiefer, zum Theil mit Holzcement eingedeckt und soll neben den gesamten Geschäftsräumen für die Aichung eine Wohnung für den Hausdiener aufnehmen. Anschlagssumme 19600 ℳ (59,01 ℳ f. d. qm und 12,40 ℳ f. d. cbm). Aufserdem sind 5700 ℳ für Nebenanlagen veranlagt.

2. Das Regierungsgebäude im Münster i/W. (XXVI). Der Aufbau desselben erfolgt in den Formen der deutschen Renaissance an dem Michaelis- bezw. Domplatze auf dem Grundstücke des alten abgebrochenen Regierungsgebäudes. Das neue Gebäude enthält aufser den sämtlichen Geschäftsräumen der Königlichen Regierung und des Bezirks-Verwaltungsgerichtes noch die Dienstwohnung für den Regierungs-Präsidenten sowie für den Botenmeister. Es wird im Sockel sowie in den Gliederungen der Architekturtheile an den Strafsenfronten aus Werksteinen hergestellt, während für die Flächen Verblendung mit rothen Ziegeln in Aussicht genommen ist. Die Hoffronten erscheinen in einfachem Ziegelrohbau. Die steilen Dächer werden mit deutschem Schiefer eingedeckt und ruhen sämtlich auf eisernem Dachstuhl. Die Decken werden zwischen Gurtbögen oder eisernen Trägern überwölbt und feuersicher hergestellt. Die Treppen sollen sämtlich massiv in Trachyt oder Sandstein ausgeführt werden. Die Fufsböden der Geschäftsräume und der untergeordneten Wohnräume werden gedielt, die Sitzungssäle und die Wohnräume der Präsidentenwohnung erhalten Eichenholz-Stabfufsboden, der Festsaal und die Nebenräume Parquet, während die Flure mit Plattenbelag und die Kellerräume sowie die Dachböden mit Cementestrich versehen werden. Als Heizung ist für die Geschäftsräume eine Warmwasserheizung in Aussicht genommen. Anschlagss. 525000 ℳ (403,85 ℳ f. d. qm und 20,97 ℳ f. d. cbm). Für Nebenanlagen sind 7600 ℳ veranschlagt.

XIII. Geschäftshäuser für Gerichte.

Bauten dieser Art befanden sich 12 im Jahre 1886 in der Ausführung (gegen 19 im Vorjahre). Von denselben wurden 4 früher begonnene zu Ende geführt, 5 blieben unvollendet, und 3 wurden neu angefangen.

Unvollendet blieben:

1. Das Amtsgerichtsgebäude in Driesen (VII), für welches noch die Anfertigung der Tischlerarbeiten sowie eines Theiles der Schlosser-, Glaser- und Anstreicherarbeiten verblieb.

2. Der Um- bezw. Erweiterungsbau des Gerichtsgebäudes am Schweidnitzer Stadtgraben in Breslau (XIII). Das Gebäude ist mit Ausnahme des Eckthurmes im Rohbau fertig gestellt. Die Kappen für das Dach sind eingewölbt und mit einer Asphaltschicht zum Schutze gegen die Witterungseinflüsse versehen, da die Herstellung des Holzcementdaches in diesem Baujahre nicht mehr möglich war.

3. Der Neubau des Gerichtsgebäudes in Frankfurt a/M. (XXX), welcher mit Ausnahme der Giebel- und Erkeraufbauten ebenfalls im Rohbau vollendet wurde.

4. Der Neubau des Justizgebäudes in Köln (XXXIII), für welchen noch die Fertigstellung des inneren Ausbaues und die Einebnung der Umgebungen erübrigte.

5. Das Land- und Amtsgerichtsgebäude in Aachen (XXXV), in welchem die Putzarbeiten gröfstentheils beendet wurden.

Neu begonnen sind zwei Um- bezw. Erweiterungsbauten, welche auch fertig gestellt wurden, sowie ein Neubau. Es sind dies:

1. Der Ausbau des zweiten Stockwerkes des früheren Sulkowskischen Schlosses in Lissa (XI) zu Wohnungen für Gerichtsbeamte. Derselbe besteht im wesentlichen in dem Verlegen von Scheidewänden und Thüren, in der Erneuerung von Fenstern und Fufsböden sowie des Wandputzes, in Maler- und Anstreicherarbeiten und Umsetzen fast sämtlicher Oefen. Anschlagssumme 21300 ℳ.

2. Der Um- und Erweiterungsbau des Amtsgerichtsgebäudes in Rotenburg (XXIII). Bei dem nur Erdgeschofs und erstes Stockwerk enthaltenden Gebäude wurde das Dachgeschofs zu einem vollständigen zweiten Stockwerk erweitert. Die Umfassungswände sind, wie bei dem alten Gebäude, massiv in Ziegelrohbau ausgeführt, dagegen sind die Zwischenwände, um eine zu grofse Belastung des Unterbaues zu vermeiden, in Fachwerk mit beiderseitiger Bretterverschalung hergestellt. Das Dach ist wieder mit Ziegeln eingedeckt. Anschlagssumme 13800 ℳ.

3. Das Amtsgerichts- und Gefängnifsgebäude in Seehausen i/M. (XVI). Das ganz unterkellerte Gebäude ist nach nebenstehendem Plane des Erdgeschosses erbaut. In demselben bezeichnet *b* ein Botenzimmer, *w* die Wohnung für einen Gerichtsdiener, 1 je eine Zelle für einen, 3 eine solche für drei und 5 eine solche für fünf Gefangene; aufserdem ist noch für eine Spülzelle gesorgt. Das erste Stockwerk enthält den Schöffensaal, ein Richterzimmer, ein Grundbuchzimmer, eine Schreibstube, eine Registratur und ein Zimmer für die Parteien. Die Ausführung erfolgt in einfachem Ziegelrohbau mit Sandsteingesimsen. Das Dach wird mit deutschem Schiefer auf Schalung eingedeckt. Die Zellen erhalten eiserne Oefen, die übrigen Räume Kachelöfen. Anschlagssumme 43000 ℳ (149,46 ℳ f. d. qm und 13,00 ℳ f. d. cbm). Für die Umwehrungen sind 9705 ℳ und für das Inventar 3430 ℳ veranschlagt.

XIV. Gefängnisse und Strafanstalten.

An hierher gehörigen Bauten befanden sich 23 (gegen 16 im Vorjahre) in 1886 in der Ausführung, davon wurden 7 früher begonnene zu Ende geführt, 3 blieben unvollendet und 13 wurden neu begonnen. Unvollendet blieben:

1. Die Strafanstalt in Grofs-Strehlitz (XV), für welche zwei Inspectoren-Wohnhäuser ganz fertig gestellt sind, während das Hauptgebäude im Rohbau vollendet und unter Dach gebracht wurde.

2. Das Gerichtsgefängnifs in Oppeln (XV), für welches noch die Herstellung eines Theiles der inneren Einrichtung sowie die Fertigstellung der Malerarbeiten verblieb.

3. Das Strafgefängnifs in Preungesheim bei Frankfurt a/M. (XXIX), dessen Weibergefängnifs vollendet ist, während die Beendigung der übrigen Bauwerke und Nebenanlagen im Laufe des Jahres 1887 erfolgen sollte.

Neu begonnen wurden:

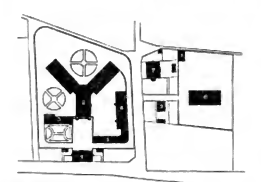
1. Das Küchengebäude für die Strafanstalt in Wartenburg (I), welches in einfachstem Ziegelrohbau unter Holzcementdach aufgeführt wird. Das Kellergeschofs, ganz überwölbt, enthält eine Bäckerei, einen Brodvorrathsraum, eine Brodschneidestube sowie die Luftheizungsanlage für die Trockeneinrichtung. Im ebenfalls überwölbten Erdgeschosse ist die Kochküche mit Gemüse-, Putz- und Vorrathsraum, der Speisenausgaberaum, die Waschküche mit zwei Nebenräumen und eine Badezelle untergebracht. In das Dachgeschofs sind zwei überwölbte Trockenkammern sowie ein Arbeits- und ein Vorrathsraum für den Hausvater eingebaut. Anschlagssumme 66000 ℳ (170,38 ℳ f. d. qm und 15,63 f. d. cbm).

2. Auf dem Grundstücke der Strafanstalt in Moabit (V) wurden einige Neu- bezw. Umbauten vorgenommen. Von der gesamten Anschlagssumme von 117040 ℳ entfallen auf den Neubau eines Küchengebäudes mit daranstofsendem Kuhstall 37300 ℳ, auf den Neubau eines Beamtenwohngebäudes für drei Familien 21900 ℳ, auf den Umbau des Wirthschaftsschuppens 4600 ℳ, auf den Umbau der Schirrkammer zu einer Irrenstation 24400 ℳ, auf die Umänderung der Heizungsanlage in einem Zellenflügel 16340 ℳ und auf den Neubau einer Umwehrungsmauer 12500 ℳ.

3. Das Gerichtsgefängnifs in Freienwalde a/O. (VI). Das ganz unterkellerte Gebäude wird nach dem beigegebenen Grundrifs des Erdgeschosses, in welchem *w* = Wärterwohnung und *z* = Zellen bezeichnen, in einfachem Ziegelrohbau errichtet und mit Falzziegeln eingedeckt. Der Zellenflügel erhält ein erstes Stockwerk. Anschlagssumme 34800 ℳ (141,08 ℳ f. d. qm und 18,49 ℳ f. d. cbm und 1740 ℳ für einen Gefangenen). Für Nebenanlagen sind 12000 ℳ veranschlagt.

4. Das Wohnhaus für den Director der Strafanstalt in Luckau (VII). Dasselbe wird, anschliefsend an das vorhandene Beamtenwohngebäude, ein Putzbau, ist ganz unterkellert und enthält acht Wohnzimmer in zwei Geschossen. Küche, Speisekammer, Waschküche und Holzgelafs liegen in einem Flügelbau, welcher durch einen Verbindungsgang mit dem Hauptgebäude zusammenhängt. Das Dach ist mit Zink auf Schalung eingedeckt. Anschlagssumme 27300 ℳ (124,10 ℳ f. d. qm und 11,5 ℳ f. d. cbm).

5. Das Gerichtsgefängnifs in Glatz (XIII). Die Gesamtanlage zeigt der nachstehende Lageplan, in welchem 1 = Thorgebäude, 2 = Männergefängnifs, 3 = Krankenhaus, 4 = Wirthschaftsgebäude, 5 = Arbeitsbaracke, 6 = Weibergefängnifs, 7 = Wohnhaus für den Inspector und zwei Aufseher, 8 =



Wirthschaftsgebäude und 9 = Pförtnerhaus sind. Sämtliche Gebäude werden in einfachem Ziegelrohbau ausgeführt und erhalten theils Holzcement-, theils Schieferdach. Für die Fenstersohlbänke soll ein harter Sandstein verwendet werden. Die Anlage ist zur Unterbringung von 218 männlichen und 61 weiblichen Gefangenen bestimmt. Von der Gesamtanschlagssumme von 706000 ℳ entfallen auf das Männergefängnifs 352000 ℳ (253,8 ℳ f. d. qm und 16,5 ℳ f. d. cbm), auf das Weibergefängnifs 99000 ℳ (228,6 ℳ f. d. qm und 14,9 ℳ f. d. cbm), und 255000 ℳ auf die übrigen Gebäude und die Nebenanlagen, welche zunächst nur überschläglich veranschlagt sind.

6. Das Amtsgerichtsgefängnifs in Goldberg i/Schl. (XIV) wird im Süden der Stadt in einfachem Ziegelrohbau unter Schieferdach erbaut. Es ist zur Aufnahme von 36 Gefangenen bestimmt und enthält aufser den nöthigen Wirthschaftsräumen die Wohnung für einen verheiratheten Gefangenenaufseher. Die Heizung erfolgt durch Kachelöfen. Anschlagssumme 62200 ℳ (161,0 ℳ f. d. qm, 15,35 ℳ f. d. cbm und 2397,5 ℳ f. einen Gefangenen). Aufserdem sind für die Nebengebäude und die Nebenanlagen 24110 ℳ veranschlagt.

7. Das Gerichtsgefängnifs in Reinbeck (XIX) erhält seinen Platz hinter dem Amtsgerichtsgebäude. Es ist gänzlich unterkellert und enthält im Erdgeschosse Zellen für 11 Gefangene, wovon 3 Einzelzellen, sowie die aus 2 Stuben, Kammer, Küche und Speisekammer bestehende Wohnung eines Gefangenenwärters. Das Gebäude wird massiv in einfachem Ziegelrohbau ausgeführt. Anschlagssumme 23200 ℳ (172,5 ℳ f. d. qm, 16,6 ℳ f. d. cbm und 2109,1 ℳ f. einen Gefangenen). Für Nebenanlagen sind 4000 ℳ veranschlagt.

8. Das Gerichtsgefängnifs in Stade (XXIII) wird durch einen etwa 12 m im Geviert messenden, dreigeschossigen Neubau erweitert. Der Bau schliefst sich den Formen des vorhandenen Gebäudes an und steht mit demselben durch einen Zwischenbau in Verbindung. Das Dach wird mit Dachpfannen eingedeckt. Wegen des nicht genügend tragfähigen Baugrundes ist das Gebäude auf einer 1,5 m starken Sandschüttung gegründet. Im Erdgeschofs liegt die Wohnung des Gefangenenaufsehers, während die beiden Stockwerke zur Unterbringung von 30 Gefangenen dienen. Anschlagssumme 33780 ℳ (237 ℳ f. d. qm, 17,36 ℳ f. d. cbm und 1126 ℳ f. einen Gefangenen). Für Nebenanlagen und Umbauten im vorhandenen Gebäude sind aufserdem 12020 ℳ veranschlagt.

9. Das Gerichtsgefängnifs in Geestemünde (XXIII), welches in einem zweigeschossigen Querbau mit südlichem Flügel besteht, erfährt durch den Anbau eines entsprechenden nördlichen, dreigeschossigen Flügelbaues und Aufbau eines Stockwerkes auf dem vorhandenen Gebäude eine Erweiterung. Der schlechte Baugrund wurde durch Einrammen von Pfählen und Einbringen einer Betonschicht zwischen den Köpfen der Pfähle tragfähig gemacht. Die Ausführung des Anbaues erfolgt entsprechend dem vorhandenen Gebäude in Ziegelrohbau mit Sandsteinabdeckung der Giebel. Gesamtanschlagssumme 88100 ℳ

10. Infolge des Neubaues eines Landgerichtsgebäudes in Essen (XXXII) sind die vorhandenen alten Schwurgerichtsräumlichkeiten verfügbar geworden. Durch Theilung des Schwurgerichtssaales in zwei Geschosse und durch Herrichtung der anderen Räume, sowie durch Umbauten im vorhandenen Gefängnifsgebäude werden 62 Gefangene mehr untergebracht werden. Gesamtanschlagssumme 83400 ℳ

11. Für die Strafanstalt in Werden (XXXII) sind zwei neue Doppelwohnhäuser für Strafanstaltsaufseher errichtet worden. Die Ausführung derselben erfolgte in Ziegelrohbau unter Pfannendach. Anschlagssumme 27224 ℳ

12. Das Gerichtsgefängnifs in Duisburg (XXXII) wird auf einem unmittelbar an den Hof des Gerichtsgebäudes sich anlehnenden Grundstücke erbaut. Das Gebäude besteht in einem etwa 30 m langen Vorderbau und einem in dessen Mitte sich ansetzenden, rund 33 m langen Flügelbau. Das Vordergebäude enthält aufser der Expedition und einem Krankenzimmer Wohnung für den Inspector und einen Wärter, sowie das Weibergefängnifs mit einem Arbeits- und einem Betsaale. Der Flügelbau enthält in jedem Geschofs je 22 Einzelzellen und je einen Schlafsaal für 12 Männer. Das Gefängnifs bietet im ganzen Raum zur Unterbringung von 96 männlichen und 16 weiblichen Gefangenen. Für die Zellen ist Warmwasserheizung und für die Flure Luftheizung in Aussicht genommen. Die Bauart zeigt einfachen Ziegelrohbau unter Schieferdach. Anschlagssumme 210000 ℳ (257,7 ℳ f. d. qm, 18,3 ℳ f. d. cbm und 1876,8 ℳ f. einen Gefangenen). Ferner sind 17500 ℳ für die Umwehrungen und 10000 ℳ für Pflasterung und Entwässerung veranschlagt.

13. Das Amtsgerichtsgefängnifs in Sulzbach (XXXIV) wird in den Umfassungswänden aus Kohlensandstein und in den Scheidewänden aus Backsteinen ausgeführt und mit Moselschiefer auf Schalung eingedeckt. Die Treppen sowie die Gesimse und Fenstersohlbänke werden in Landstuhler Sandstein hergestellt. Das ganz unterkellerte, zweigeschossige Gebäude dient zur Unterbringung von 16 Gefangenen sowie zur Aufnahme der Wohnung eines Gefangenenwärters und der nöthigen Wirthschaftsräume. Anschlagss. 32000 ℳ (168,2 ℳ f. d. qm, 30,43 ℳ f. d. cbm und 2000 ℳ für einen Gefangenen). Für die Geräthe sind ferner 3400 ℳ und für die Nebenanlagen 4500 ℳ veranschlagt.

XV. Steueramtsgebäude.

Von den hierher gehörigen Bauausführungen, 5 an der Zahl (gegen 6 im Vorjahre), wurden drei schon früher begonnene zu Ende geführt. Neu begonnen wurden nur zwei Um- bezw. Erweiterungsbauten, und zwar:

1. der Umbau des ehemaligen Regierungsgebäudes in Danzig (III) zu Diensträumen der Provincial-Steuerdirection. Derselbe erstreckt sich hauptsächlich auf die Neudielung sowie Aenderung von Scheidewänden und Erneuerung des Wand- und Deckenputzes, des Austrichs und der Tapezierung. Gesamtanschlagssumme 29500 ℳ;

2. der Um- bezw. Erweiterungsbau des ehemaligen Dienstgebäudes für das Consistorium in Danzig (III) zu einer Dienstwohnung für den Provincial-Steuerdirector. Der Anbau wird wie das vorhandene Gebäude zweigeschossig mit massiven Umfassungswänden hergestellt und mit äufserem Verputz versehen. Die Anschlagskosten einschliefslich des Umbaues des alten Gebäudes stellen sich auf 53000 ℳ

XVI. Gebäude zu wohnlichen Zwecken.

a) Schlofsbauten

befanden sich im Jahre 1886 nicht in der Ausführung.

b) Beamtenwohngebäude.

Aufser den im Zusammenhange mit anderen Bauanlagen schon erwähnten Wohngebäuden befanden sich im Jahre 1886 noch in der Ausführung:

1. Sechs Gehöfte für Grenzaufseher.

Von diesen wurden fünf im vorigen Jahre angefangene beendet. Neu begonnen wurde nur:

das für drei Aufseher bestimmte Gehöft in Chelmce (XII). Die Anordnung der zwei im Erdgeschofs belegenen Wohnungen zeigt der beigegebene Grundrifs. Der schmale Flügel ist zweigeschossig. Das Gebäude ist in Ziegelrohbau errichtet und mit Biberschwänzen zum Kronendach eingedeckt. Von der Gesamtanschlagssumme von 22350 ℳ entfallen auf das Wohngebäude 16400 ℳ (f. d. qm 100 ℳ und f. d. cbm 18,6 ℳ), 4500 ℳ auf das Stallgebäude (63,8 ℳ f. d. qm und 23,4 ℳ f. d. cbm) und 1450 ℳ auf Nebenanlagen.

2. Für Oberförster

wurde der im vorigen Jahre begonnene Bau zu Ende geführt.

Neu begonnen wurden 6 ganze Gehöfte und ein Wohnhaus. Sämtliche Wohnhäuser sind in Ziegelrohbau ausgeführt, zwei davon mit einem ersten Geschofs in Fachwerk; je drei erhielten ein Schiefer- und ein Ziegeldach und eins ein Holzcementdach. Die Anschlagskosten für Gehöfte schwanken zwischen 29100 ℳ (Haiger XXX) und 42700 ℳ (Kurwien II). Für Wohngebäude allein stellten sich die Anschlagskosten zwischen 23600 ℳ (Selgenau XII) und 29900 ℳ (Ottweiler XXXIV), im Durchschnitt auf 25900 ℳ, für d. qm bebauter Grundfläche zwischen 95,14 ℳ (Selgenau XII) und 172,29 ℳ (Ottweiler XXXIV), im Durchschnitt auf 132,64 ℳ, und für d. cbm Gebäudeinhalt zwischen 9,77 ℳ (Selgenau XII) und 17,00 (Ottweiler XXXIV), im Durchschnitt auf 14,17 ℳ

Beigefügt wird der Grundrifs vom Erdgeschofs des Oberförster-Wohnhauses in Selgenau (XII), in welchem *a* das Arbeitszimmer des Oberförsters, *w* die Wohn- und Schlafzimmer, *h* das Zimmer der Wirthschafterin, *k* die Küche und *s* die Speisekammer bezeichnen.

3. Für Förster.

Von den 69 Försterhausbauten (gegen 81 im Vorjahre) sind 40 beendet und 29 neu begonnen worden. Unter letzteren befanden sich 13 ganze Gehöfte und 16 betrafen nur Wohnhäuser. Sämtliche Wohnhäuser wurden in Ziegelrohbau ausgeführt, 16 erhielten ein Pfannendach, 10 wurden mit Biberschwänzen zum Kronendach und je 1 mit Hohlziegeln, Schiefer und Holzcement eingedeckt. Die Baukosten ganzer Gehöfte bewegen sich zwischen 13710 ℳ (Pasewalk III) und 21300 ℳ (Kobbelburg IV). Die Durchschnittskosten betragen rund 14450 ℳ Für Wohnhäuser stellen sich die Anschlagskosten zwischen 10000 ℳ (Endingen X) und 12600 ℳ (Eichenthal II), f. d. qm bebauter Grundfläche zwischen 72,50 ℳ (Sanbucht XI) und 139,92 ℳ (Hanstedt XXII) und f. d. cbm Gebäudeinhalt zwischen 9,80 ℳ (Endingen X) und 20,48 ℳ (Eichenthal II). Die Durchschnittskosten für ein Wohnhaus betragen 11294 ℳ, f. d. qm bebauter Grundfläche 92,61 ℳ und 15,63 ℳ f. d. cbm Gebäudeinhalt.

c) Wohngebäude auf Königl. Domänen.

1. Pächterhäuser.

An Gebäuden dieser Art befanden sich, wie in den beiden Vorjahren, 9 in der Ausführung, von denen 3 früher begonnene zu Ende geführt wurden. Unter den 6 neu begonnenen betrafen 2 einen Erweiterungsbau und 4 Neubauten, von denen der zuerst genannte auch im selben Jahre beendet wurde.

a) Neubauten.

1. Das Pächterwohnhaus in Rheda (III), ein Ziegelrohbau unter Pfannendach, enthält im Erdgeschosse 3 Wohnzimmer, 1 Kammer, 1 Gesindestube, sowie Küche und Speisekammer. Anschlagss. 11900 ℳ (82,48 ℳ f. d. qm und 15,67 ℳ f. d. cbm).

2. Das Pächterwohnhaus auf der Domäne Polommen (II) wird in Ziegelrohbau unter Holzcementdach erbaut nach dem beigegebenen Grundrifsplane des Erdgeschosses, in welchem *a* das Arbeitszimmer des Herrn, *sp* das Speisezimmer, *m* die Wohnräume, *k* die Küche, *s* die Speisekammer, *g* die Gesindestube und *h* das Zimmer der Haushälterin bezeichnen. Anschlagssumme 44000 ℳ (97,38 ℳ f. d. qm und 15,00 ℳ f. d. cbm).

3. Das Pächterwohnhaus in Gr. Katz (III) entspricht im wesentlichen dem unter 1 aufgeführten Gebäude. Anschlagssumme 11300 ℳ (68,54 ℳ f. d. qm und 13,31 ℳ f. d. cbm).

4. Das Pächterwohnhaus in Bockhagen (X) wird in einfachem Ziegelrohbau ausgeführt und erhält ein Holzcementdach. Das Kellergeschofs enthält die Wirthschaftsräume und Gesindestube, während im Erdgeschofs die Wohnräume und Küche liegen. Anschlagssumme 43000 ℳ (120,94 ℳ f. d. qm und 13,20 ℳ f. d. cbm).

b) Erweiterungsbauten.

1. Das Pächterwohnhaus auf der Domäne Hofspiegelberg XX) wird durch einen etwa 15 m langen und 10 m breiten Anbau vergröfsert. Die Ausführung desselben erfolgt entsprechend dem vorhandenen Gebäude in Dolomit-Quadersteinen. Anschlagssumme 22200 ℳ

2. Das Pächterwohnhaus auf der Domäne Sillium (XXI) erhält einen etwa 14 m langen und 6 m breiten Anbau, welcher im Kellergeschofs Küche und 2 Vorrathsräume, im Erdgeschofs ein Efszimmer und ein Wohnzimmer, und im ersten Stockwerke 2 Zimmer und eine Kammer aufnimmt. An das Efszimmer schliefst sich eine Veranda an. Anschlagssumme 15200 ℳ

2. Familienhäuser.

Unter den 20 Familienhausbauten (gegen 15 im Vorjahre) wurden 3 vorjährig angefangene vollendet. Von den 17 neu

begonnenen sind 13 zu Ende geführt und zum Theil auch abgerechnet worden, während für 4 noch einzelne Arbeiten erübrigten. Zwei Häuser enthalten Wohnungen für je acht, eins für sieben, vier für je sechs, zwei für je fünf und sechs für je vier Familien, während zwei Gesindehäuser auch noch verschiedenen wirthschaftlichen Zwecken dienende Räumlichkeiten enthalten. Ein Gebäude wurde in Ziegelfachwerk und eins in Putzbau ausgeführt, dagegen sind die übrigen sämtlich massiv in Ziegelrohbau hergestellt. Sechs von ihnen erhielten ein Ziegelkronen-, vier ein Pfannendach, drei wurden mit Falzziegeln, drei mit Pappe und eins mit Holzcement eingedeckt. Die Anschlagskosten stellen sich zwischen 11000 ℳ (Nendorf XII) und 29600 ℳ (Schwiegupoenen II), die Kosten f. d. qm bebauter Grundfläche zwischen 43,50 ℳ (Nochau XI) und 92,03 ℳ (Beberbeck XXIX) und f. d. cbm Gebäudeinhalt zwischen 9,20 ℳ (Waldau XII) und 17,70 ℳ (Brunstein XXI). Im Durchschnitt betragen die Kosten für das qm bebauter Grundfläche 65,00 ℳ und für das cbm Gebäudeinhalt 14,3 ℳ

XVII. Wirthschaftsgebäude, Stallungen usw.

1. Scheunen.

Von den 21 Scheunenbauten (gegen 15 im Vorjahre) sind drei im vorigen Jahre begonnene beendet; von den 18 neu begonnenen wurden 12 im selben Jahre zu Ende geführt und zum Theil auch abgerechnet. Sechs derselben sind massiv in Ziegelrohbau, sechs in Fachwerk mit Bretterverkleidung, fünf in Ziegelfachwerk und eine in Eisenfachwerk mit Ziegelmauerung hergestellt. Neun erhielten ein Papp-, je vier ein Pfannen- und Holzcement- und eine ein Falzziegeldach. Die Anschlagssummen bewegen sich zwischen 11050 ℳ (Caschow X) und 31190 ℳ (Wiedelah XXI), die Kosten für das qm bebauter Grundfläche zwischen 14,40 ℳ (Pass VIII) und 32,70 ℳ (Kinzigheimerhof XXIX) und für das cbm Gebäudeinhalt zwischen 2,00 ℳ (Roggenhausen II) und 5,96 ℳ (Kinzigheimerhof XXIX). Die Durchschnittskosten belaufen sich nach dem Anschlage auf 21,30 ℳ für das qm bebauter Grundfläche und auf 3,58 ℳ für das cbm Gebäudeinhalt.

2. Stallgebäude.

Unter den 35 Stallgebäuden (gegen 42 im Vorjahre) wurden 28 neu begonnen und von diesen 20 auch zu Ende geführt. Zur Aufnahme verschiedener Viehgattungen sollen 13 dienen, drei waren Pferde-, sieben Rindvieh-, vier Schweine- und einer Schafstall. Die Anschlagspreise belaufen sich bei den ersteren im Durchschnitt für das qm bebauter Grundfläche auf 42,52 ℳ und für das cbm Gebäudeinhalt auf 7,04 ℳ, bei den Pferdeställen auf 46,00 ℳ f. d. qm und 6,94 ℳ f. d. cbm, bei den Rindviehställen auf 43,75 ℳ f. d. qm und 37,1 ℳ f. d. cbm, bei den Schweineställen auf 46,10 ℳ f. d. qm und 9,63 ℳ f. d. cbm und der Schafstall kostete 28,33 ℳ f. d. qm und 6,66 ℳ f. d. cbm.

Sämtliche Stallgebäude wurden massiv in Rohbau errichtet, 17 erhielten ein Holzcement-, fünf ein Pfannen- und je drei ein Ziegelkronen- und Pappdach.

3. Wirthschaftsgebäude für technischen Betrieb.

Solcher Gebäude befanden sich wie im Vorjahre fünf in der Ausführung; davon wurden die drei im vorigen Jahre begonnenen zu Ende geführt und die folgenden zwei neu begonnen und im selben Jahre auch beendet.

1. Das Brennereigebäude auf der Domäne Saatzig (VIII). Das Gebäude ist massiv in Ziegelrohbau unter Pappdach erbaut und mit Ausnahme des Kesselhauses ganz unterkellert. Der Schornstein hat 25 m Höhe. Anschlagssumme 31200 ℳ (97,50 ℳ f. d. qm und 9,9 ℳ f. d. cbm).

2. Der Ringofen auf dem zur Domäne Barby (XVI) gehörigen Vorwerke Augustusgabe. Derselbe ist massiv, im Aeufsern von Bruchsteinen, unter Pappdach errichtet. Der 25 m hohe Schornstein bedurfte einer besonderen Gründung, und zwar ist auf einer 1 m hohen Schicht von Cementbeton ein 5,65 m hoher Brunnen hergestellt, worauf eine 3,35 m hohe Schicht von Bruchsteinmauerwerk in Cementmörtel folgt. Der Ofen enthält 16 Kammern zum Brennen von je 4500 Ziegeln. Anschlagssumme 23000 ℳ (71,38 ℳ f. d. qm und 23,11 ℳ f. d. cbm).

XVIII. Gestütsbauten.

Sämtliche hierher gehörige Bauten, 7 an der Zahl, wurden zu Ende geführt; hiervon waren die 4 folgenden neu begonnen:

1. der Bau eines Schuppens in Gurdszen (II), welcher zur Unterbringung von landwirthschaftlichen Maschinen und Geräthen sowie von Getreide dient. Das verschalte Pfannendach reicht bis zur Rollschicht auf den Fundamenten. Anschlagssumme 19000 ℳ (19,50 ℳ f. d. qm);

2. der auf 30500 ℳ veranschlagte Umbau eines Fohlenstalles in Mattischkehmen (II);

3. der Laufstall in Beberbeck (XXIX). Derselbe besteht in einem Mittelbau, welcher im Erdgeschofs die Aufenthaltsräume für die Wärter und darüber den Schüttboden aufnimmt, und zwei seitlichen Flügelbauten, welche Raum für je 51 Stuten gewähren. Anschlagssumme 58000 ℳ (48,14 ℳ f. d. qm, 7,74 ℳ f. d. cbm, 568,63 ℳ f. eine Stute);

4. der auf 19000 ℳ veranschlagte Umbau des Hengstestalles in Wickrath (XXXII), welcher hauptsächlich in Erneuerung der Trennungswände der Stände, sowie des Putzes und des Pflasters bestand.

XIX. Oeffentliche Denkmäler

befanden sich im Jahre 1886 nicht in der Ausführung.

XX. Hochbauten aus dem Gebiete des Wasserbaues.

Bauten dieser Art befanden sich 12 im Jahre 1886 (gegen 24 im Vorjahre) in der Ausführung. Von diesen wurden 8 früher begonnene zu Ende geführt und 4 neu begonnen. Diese sind:

1. das Dünenwärtergehöft in Rossitten (I). Das ganz unterkellerte, eingeschossige Wohnhaus ist in Fachwerk mit äufserer Bretterverkleidung unter Rohrdach erbaut und enthält 2 Stuben, Kammer, Küche und Speisekammer. Anschlagssumme 15000 ℳ (140,41 ℳ f. d. qm und 15,83 ℳ f. d. cbm). Für die Nebenanlagen sind 3250 ℳ veranschlagt;

2. die Lootsenstation in Barhöft (X). Dieselbe besteht in 3 Dienstgebäuden, welche massiv in Ziegelrohbau unter Holzcementdach errichtet sind und von denen jedes 2 Wohnungen aufnimmt. Die Gesamtkosten von 80000 ℳ vertheilen sich auf 2 Wohnhäuser mit je 20000 ℳ (81,0 ℳ f. d. qm und 15,40 ℳ f. d. cbm), auf das dritte Wohnhaus mit 23500 ℳ (80,0 ℳ f. d. qm und 15,18 ℳ f. d. cbm) und mit 16500 ℳ auf die Nebenanlagen;

3. das Stromaufsehergehöft in Bartschin (XII). Das eingeschossige Wohnhaus wird in einfachem Ziegelrohbau ausgeführt und enthält 3 Zimmer, Küche und Speisekammer und im Dachraum ein Giebelzimmer. Anschlagssumme 10 010 ℳ (82,70 ℳ f. d. qm und 23,0 ℳ f. d. cbm). Das Stallgebäude und die Nebenanlagen sind auf 4 190 ℳ veranschlagt;

4. zwei Lagerschuppen für den Hafen in Geestemünde (XXIII). Dieselben, in ganz gleicher Weise in Ziegelrohbau errichtet, sind 150 m lang und 25 m tief. Die Gründung ist auf einer Sandschüttung erfolgt. Anschlagss. für 1 Schuppen 140000 ℳ (37,33 ℳ f. d. qm und 7,94 ℳ f. d. cbm).

Die Eisbrecharbeiten im Weichselstrome.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 48 und 49 im Atlas.)

1. Die Veranlassung zum Aufbruch der Eisdecke im Weichselstrome und die zu diesem Zwecke angewandten Mittel. (Vergl. hierzu die Karte des Weichsel- und Nogatstromes auf Blatt 48).

Die günstigen Erfolge, welche bei den zahlreichen Versuchen zur Zertrümmerung und Beseitigung von Eisstopfungen durch Schiefspulver in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts namentlich auf der Oder und auf der Narowa erzielt worden sind, liefsen auch am Weichselstrome die Anwendung dieses Sprengstoffes zu demselben Zwecke angezeigt erscheinen. Im Jahre 1850 wurde, allerdings nur mit dem geringen Aufwande von 25 Thalern, der erste Versuch zur Lockerung einer Eisversetzung im Weichselstrome mittels sogenannter Kanonenschläge von 1,5, 2,0 und 2,5 kg Pulverladung angestellt. Die Kanonenschläge waren aus starker Pappe in Würfelform hergestellt, dann gut verleimt und nach Einbringung des Pulvers und des das Leitfeuer umschliefsenden Schlauches dreimal über Kreuz mit Marlein bewickelt worden. Ein Ueberzug von Pech schützte den Kanonenschlag selbst und den Schlauch gegen Eindringen des Wassers. Die 1,5 bis 2 m unter dem Wasserspiegel entzündeten Kanonenschläge hoben die Eisdecke im Umkreise von 10 bis 12 m wellenförmig in die Höhe, und gerade über der Schufsstelle entstanden 3 bis 5 m weite runde Löcher in der Eisdecke, aus welchen Eisstücke 10 bis 15 m hoch herausgeschleudert wurden. Um die Löcher herum zeigte sich das Eis unregelmäfsig geborsten.*)

Zu umfangreicheren Versuchen bot das Jahr 1852 die geeignete Gelegenheit. Die Eisdecke war in der Weichsel, ganz besonders aber in der Nogat mit starken Grundstopfungen durchsetzt, sodafs die Gefahr eines Deichbruches an diesem Strome nahe lag, wenn wie gewöhnlich die gröfsere Hälfte des Eises aus der ungetheilten Weichsel der Nogat zufliefsen würde. Man beschlofs, die getheilte Weichsel von der Abzweigung der Nogat abwärts mittels Pulvers möglichst weit vom Eise zu befreien, und hoffte, damit die Hauptmasse des oberen Eises in dieselbe leiten zu können.

Die Wirkung des wiederum in Kanonenschlägen der vorbeschriebenen Art zur Anwendung gebrachten Pulvers war auch diesmal durchaus zufriedenstellend, das zertrümmerte Eis trieb aber nicht ab, da auch in der ganzen getheilten Weichsel viel Packeis unter dem Kerneise lag und die bei Pieckel losgesprengten Schollen nicht durchliefs.

Nutzbringender waren die nächsten Eissprengungen, welche zum Schutze der im Bau befindlichen Eisenbahnbrücke bei Dirschau im Jahre 1855 oberhalb der Brücke zur Ausführung gelangten, da eine unterhalb der Brücke beginnende, weit ausgedehnte und fast von Ufer zu Ufer reichende Blänke das gelöste Eis aufnahm.

Als im Jahre 1860 infolge wiederholten Zusammenschiebens der Eisdecke die getheilte Weichsel zwischen Palschau und Pieckel wiederum in höchst gefahrdrohender Weise durch Untereis verstopft war, entschlofs man sich nach kurzen erfolglosen Sprengversuchen bei Palschau, in Ermangelung natürlicher Blänken solche künstlich zu schaffen, und sprengte die Eisdecke auf der untersten Stromstrecke zwischen der Ostsee und Rothebude, (oberhalb der Abzweigung der Elbinger Weichsel) in durchschnittlich 150 m, und auf der Strecke zwischen Rothebude und dem Fufse der grofsen Stopfung bei Palschau in durchschnittlich 38 m Breite frei. Durch die Stopfung selbst, welche sich von Palschau bis oberhalb Pieckel hinaufzog und stellenweise eine Stärke von 6,5 m erreichte, wurde mittels Pulvers ein durchschnittlich 30 m breiter Canal aufgebrochen, um das oberhalb der Stopfung aufgestaute Wasser abzulassen. Diese Arbeit ist im Jahrg. XI Seite 447 ff. d. Zeitschr. f. Bauw. eingehend beschrieben, es wird daher hier nur eine kurze Darstellung der Arbeitsweise im allgemeinen am Platze sein.

Nachdem in erster Linie die Fahrrinne durch sorgfältige Peilungen festgestellt und die Mitte derselben durch Weidenäste bezeichnet worden war, schlugen die Voreiser in gewöhnlichem Kerneise zwei, in Eisstopfungen drei Rinnen von 0,30 bis 0,50 m Breite durch die Eisdecke. Die von der Mündung bis unterhalb Palschau als ausreichend befundenen zwei Rinnen umschlossen den zu öffnenden Canal, während von den drei Rinnen, deren Herstellung von Palschau bis Pieckel sich als nöthig erwies, die mittlere genau der Mitte des Fahrwassers folgte, die äufseren, je in gleichen Abständen von der mittleren, den aufzubrechenden Canal begrenzten. In der Mitte der hierdurch gewonnenen „einfachen" bezw. „doppelten Bahn" trieb man Löcher von etwa 1 m Durchmesser möglichst durch die ganze Eisdecke, wenigstens aber 3 m tief in das Eis hinein. Durch diese Löcher wurden Kanonenschläge thunlichst weit unter das Eis geschoben und dort entzündet. Die Kanonenschläge hatten eine Ladung von 1,0, 1,5 und 2,5 kg Pulver, welche zum gröfseren Theile von Holzkästchen, zum kleineren Theile von Drillichsäcken umschlossen war. Die Kästchen hatten genau die Beschaffenheit der in Abb. 1 Bl. K' Jahrg. XV d. Zeitschr. f. Bauw. dargestellten. Sowohl bei den Kästchen, als auch bei den Säcken erfolgte die Zündung durch die ebendaselbst in Abb. 7 u. 8 zur Anschauung gebrachten gewöhnlichen Granatenzünder mit 15 Secunden Brennzeit. Von den 6858 im Jahre 1860 zur Verwendung gelangten Kanonenschlägen

*) Nach den Erfahrungen an der Elbe waren das nur die mifslungenen Schüsse, die Eis herausschleuderten, weil sie zu flach unter der Oberfläche explodirt waren.

gingen nur vier zu früh los, und zwar drei etwa 7 bis 8 Secunden, und einer unmittelbar nach dem Anzünden. Die Kanonenschläge in Säcken hatten nicht die volle Wirkung derjenigen in zweimal kreuzweise mit Bindfaden umwickelten Holzkästchen, da sie der Wirkung des Pulvers nicht den gleichen Widerstand boten, und viel Sprengmasse unentzündet fortgeschleudert wurde. Die Säcke kamen daher auch nur zur Anwendung, wenn Kästchen nicht rechtzeitig in der nöthigen Menge fertig gestellt werden konnten.

Der gegenseitige Abstand der Schufslöcher bewegte sich je nach der Stärke des Eises in den Grenzen von 6 bis 45 m. Der letztgenannte Abstand wurde bei recht starkem Froste in nicht unterpacktem Kerneise erreicht, während das Zusammenziehen der Löcher bis auf 6 m gegenseitige Entfernung sich in sehr starkem Eise als nöthig erwies. In der doppelten Bahn wurden die Schufslöcher meistens gegen einander versetzt, um möglichst kleine Eistafeln abzulösen und damit das Festsetzen solcher beim Abtreiben zu verhindern. Im Kerneise und auch in den stärksten Stopfungen aus kernigem Eise erzielten die Kanonenschläge stets eine gute Wirkung. In der Nähe des Schufsloches wurde das Eis in ziemlich kleine Stücke zertrümmert, und mehrfache ring- und sternförmige Risse zertheilten die Eisfläche auch auf weitere Entfernung in oft schon mit geringer Nachhülfe abzulösende Schollen. Wo sich aber Schlammeis unter dem Kerneise zusammengeschoben hatte, wirkte Pulver erst nach Entfernung des Kerneises durch Menschenhand.

Trotz zahlreicher Schwierigkeiten, welche durch nahezu anhaltend sehr ungünstige Witterung noch erhöht wurden, gelang der im Jahre 1860 vollführte Eisaufbruch vollständig, und der Verlauf des bald nach Beendigung der Eissprengungsarbeiten eingetretenen Eisganges brachte die betheiligten Techniker und Niederungsbewohner zu der Ueberzeugung, dafs die Nogatniederungen nur durch den in der getheilten Weichsel aufgebrochenen Canal vor schwerem Unglück bewahrt worden sind.

Dem Abflusse des Eises treten in dem breiten Mündungsgebiete der Nogat jährlich unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen. Die vielen Rinnen sind sehr seicht und ebenso wie das frische Haff in der Regel noch mit sehr starkem, kernigem Eise bedeckt, wenn der Frühjahrseisgang sich der Mündung nähert. Bis Zeier werden die den Eisgang begleitenden Wassermassen durch Deiche in einer Rinne zusammengehalten. Unterhalb dieses Ortes vertheilen dieselben sich aber schnell auf sämtliche, durch einzelne Polder getrennte Rinnen der Nogatmündung, wodurch der Wasserdruck sich bedeutend vermindert und nicht mehr im Stande ist, die feste, noch durch das Haffeis gestützte Eisdecke in den Rinnen aufzubrechen. Es schieben sich daher die aus dem Nogatstrome ins Mündungsgebiet eintretenden Schollen zu einer Stopfung auf, welche schliefslich bis zur Stromenge bei Zeier vorrückt. Dann beginnt oberhalb dieses Ortes die Wasserspiegelhöhe zu wachsen, und die Ueberfälle*) — zuerst der Rodeackersche, dann der Neureihesche und zuletzt der Marienburger — fangen nach und nach an, Wasser und Eis zu ziehen. Ein Theil der Eismassen, welche hierdurch in die zur Aufnahme des Nogateises bestimmten Marienburger und Elbinger Einlagen, gewöhnlich kurz Elbinger Einlage genannt, dringen, wird durch den Milchstädter Ausfall dem Mündungsgebiete der Nogat bezw. dem Haff zugeführt. Bei den anderen Ausfällen verhindern die hohen Kampen im Vorlande den Austritt des Eises aus der Einlage in das Mündungsgebiet der Nogat. Die durch den Milchstädter Ausfall schwimmenden Eisschollen stofsen aber auch bald auf die feste Haffeisdecke, schieben sich gegen dieselbe rückwärts auf und verpacken schliefslich den Ausfall selbst.

Solange die Einlage noch Eis aufnimmt, ist die Gefahr eines Durchbruches verhältnifsmäfsig gering, da bei der grofsen Breite des Mündungsgebietes das Wasser immer noch so viel freies Profil findet, um zwischen den Eismassen hindurch nach dem Haff abzufliefsen. Ist die Elbinger Einlage aber voll, oder haben sich vor den Ueberfällen undurchlassende Eisverpackungen aufgethürmt, dann hört die Fähigkeit des Nogatstromes zur gefahrlosen Aufnahme gröfserer Eismassen auf. Gewöhnlich werden die Ueberfälle nicht nur lange vor vollständiger Füllung der Einlage, sondern infolge der örtlichen Verhältnisse sehr bald, nachdem sie zu ziehen begonnen, vom Eise verstopft. Durch die vom Frühjahrshochwasser der Weichsel jährlich in gewaltigen Massen mitgeführten Sinkstoffe ist nämlich das ganze Einlagegebiet, besonders aber das nahe unterhalb der Ueberfälle gelegene Land, allmählich ganz bedeutend erhöht worden. Hat hierdurch die Aufnahmefähigkeit dieses grofsen Eissammlers an sich schon bedeutend verloren, so wirkt aufserdem die Versandung unterhalb der Ueberfälle regelmäfsig auf eine vorzeitige Verstopfung derselben, indem das Wasser nach dem Durchströmen der Ueberfälle an Geschwindigkeit und Druckhöhe verliert und die mitgeführten Eismassen auf den hohen Stellen niederlegt. So wird der Anfang einer Stopfung gebildet, welche, stromauf weiter fortschreitend, bald die Ueberfälle erreicht und aufser Wirksamkeit setzt.

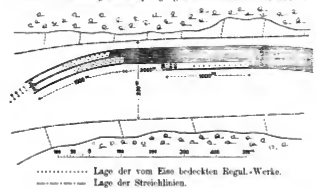
Unter diesen mit dem Eintritt jedes Hochwassers in das Einlagegebiet stetig ungünstiger werdenden Abflufsverhältnissen mufs nun gerade die Nogat, obgleich nur etwa halb so breit als die Weichsel, den Eisgang vom oberen Strome zuerst und gewöhnlich zur gröfseren Hälfte aufnehmen, da sie in ihrem oberen, nach Nordost von der Weichsel sich abzweigenden Laufe bis Marienburg ein gröfseres Gefälle hat, als die getheilte Weichsel zwischen Pieckel und Dirschau, und das gröfsere Gefälle neben der Einwirkung des Windes für die Vertheilung des Eises an der Abzweigungsstelle entscheidend ist. Hieraus folgt, dafs man in erster Reihe die Gefälleverhältnisse in der getheilten Weichsel und im Nogatstrome zu Gunsten des letzteren

*) Das zwischen dem linksseitigen Nogatdeiche des grofsen Marienburger Werders und dem 3 km unterhalb Halbstadt beginnenden, die Ortschaften Neuhorsterbusch, Wolfsdorff, Robach, Hakendorf, Einlage und Zeier berührenden Vordeiche gelegene Gebiet, welches durch den Haffstaudeich zwischen Zeier und Jungfer auch nach Norden abgeschlossen ist, heifst die Marienburger und Elbinger Einlage. Bis zum Jahre 1611 war dieses Gebiet gegen Hochwasser durch Deiche nicht geschützt. Erst von diesem Jahre ab wurde die Einlage an Ansiedler vergeben, welche zu ihrem Schutze den jetzigen Vordeich und den Haffstaudeich nach und nach bis zu einer das Abflufsprofil in gefahrdrohender Weise beschränkenden Höhe aufführten. Man war daher im 18. Jahrhundert gezwungen, die sogenannten Ueberfälle einzurichten, d. h., man trägt seit jener Zeit jährlich im Herbste den Vordeich an einzelnen Stellen bis auf die Sohle ab, und gewährt dadurch dem Eise und Hochwasser den Eintritt in die Einlage. Im Haffstaudeiche werden in gleicher Weise an geeigneten Stellen jährlich Ausfälle hergestellt, welche dem Eise und Hochwasser Gelegenheit geben sollen, aus der Einlage nach dem Haff auszutreten. Nach Ablauf des Frühjahrhochwassers werden diese Ueber- und Ausfälle jährlich durch Dämme geschlossen, um das Einlagegebiet gegen etwaiges Sommerhochwasser zu schützen.

auf künstlichem Wege abändern mufs, wenn man den Nogatniederungen zu Hülfe kommen will. Im Jahre 1860 hat man das stärkere Gefälle durch den vorher geschilderten Eisaufbruch von der Nogat nach dem Weichselstrom verlegt, und damit den Eisgang in die getheilte Weichsel geleitet.

Abgesehen von kleineren Eissprengungen in den Jahren 1867 und 1868, an welchen sich der Staat durch unentgeltliche Hergabe der Sprengstoffe betheiligte, wurde die Eisdecke der getheilten Weichsel lediglich durch Pulver nur noch in den Jahren 1870, 1875 und 1877 aufgebrochen, und zwar 1870 bis 3 km unterhalb Dirschau, 1875 bis Palschau und 1877 bis Rudnerweide. In allen drei Jahren lag den Arbeiten im grofsen und ganzen dieselbe hierunter bildlich dargestellte

Abb. 1. Anordnung der Eissprengungen in den Jahren 1870 bis 1877.



.... Lage der vom Eise bedeckten Regul.-Werke.
—·—·—·— Lage der Streichlinien.

Anordnung zu Grunde. Nachdem die Mitte des Fahrwassers durch Weidenäste bezeichnet worden war, wurde zu beiden Seiten derselben je eine 20 m breite Bahn in der Weise hergestellt, dafs die Voreiser drei etwa 30 cm breite Rinnen in je 20 m gegenseitigem Abstande durch das Eis schlugen. Den Voreisern folgte ein Arbeitertrupp, welcher beide Bahnen mit dreieckigen Schufslöchern von 50 bis 80 cm Weite, und zwar je nach der Stärke des Eises in einfacher Reihe, oder in zwei bis drei gegen einander versetzten Reihen versah. Die Entfernung der Schufslöcher in der Reihe selbst betrug 10 bis 15 m, unter besonders günstigen Verhältnissen auch bis 20 m. In der vorstehenden Zeichnung ist die Anordnung von ein, zwei bis drei Reihen Schufslöcher in je einer Bahn zur Anschauung gebracht. Etwa 1000 m unterhalb dieses Arbeitertrupps begann das eigentliche Sprengen, indem man durch die dem offenen Wasser am nächsten gelegenen fünf bis sechs Schufslöcher einer Bahn ebenso viel gleichzeitig entzündete Patronen möglichst weit unter die Eisdecke schob. Das Platzen aller dieser Patronen erfolgte dann gleichzeitig und verursachte eine mächtige Wellenbewegung, durch welche die Eisbahn über der Schufsstelle in einzelne Schollen zertheilt wurde.

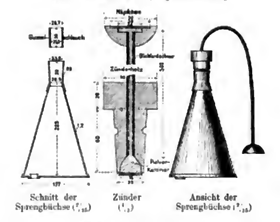
Fast niemals trieben die losgesprengten Schollen von selbst ab; es waren vielmehr ständig Arbeiterabtheilungen thätig, mittels der in Abb. 7 u. 8 Bl. *R* Jahrg. XI d. Zeitschr. f. Bauwesen dargestellten Eisspalte und Wuchtbäume die Schollen loszudrücken und dem Strome zuzuführen.

Die Sprengung fand stets abwechselnd auf beiden Bahnen statt, sodafs der Strom von vornherein auf 40 m Breite freigelegt wurde. Da aber immer mehr die Ueberzeugung Platz griff, dafs eine so schmale Rinne beim Eisgange sehr leicht wieder zugeschoben werden und damit der ganze Nutzen des Eisaufbruches in Frage kommen könne, so verbreiterte man die 40 m breite Rinne durch Herstellung und Zertrümmerung einer dritten Bahn von 20 bis 40 m Breite zunächst auf 60 bis 80 m. Diese Arbeit wurde gewöhnlich in etwa 2000 m Entfernung von der oberen Sprengstelle in Angriff genommen. Der dritten Bahn schlofs sich die vierte, fünfte usw. Bahn an, wenn der Eisaufbruch auf eine noch gröfsere Breite, wie beispielsweise im Jahre 1877 auf die ganze Strombreite, erfolgen sollte.

Der Sprengstoff bestand im Jahre 1870 hauptsächlich aus Kanonenschlägen von 1,5, 2,5 und 3 kg Pulverladung in Holzkästchen mit gewöhnlichen Granatenzündern von 15 Secunden Brenndauer, wie solche im Jahre 1860 zur Verwendung gelangt sind. Nachdem aber infolge der kurzen Brennzeit ein Unglücksfall vorgekommen, wurde in jeden Granatenzünder noch eine Bickford'sche Zündschnur von 30 Secunden Brenndauer eingesetzt, sodafs die gesamte Brennzeit der Zünder nunmehr 45 Secunden betrug.

In den Jahren 1875 und 1877, wie auch bei allen weiteren bis zum Jahre 1883 ausgeführten Pulversprengungen im Weichselstrome, gelangten nur noch Patronen in der hierunter dargestellten Form zur Verwendung. Die aus 1,2 mm starkem

Abb. 2. Patrone mit 1,5 kg Pulverladung.



Schnitt der Sprengbüchse ($^2/_{15}$) Zünder ($^1/_3$) Ansicht der Sprengbüchse ($^2/_{15}$)

Zinkblech gefertigte Büchse wurde oben durch einen Holzstöpsel geschlossen, in welchen das Blech des Halses, unter Vermittlung eines den Holzstöpsel umgebenden Gummischlauches, eingewürgt wurde. Der Holzstöpsel nahm eine Bickford'sche Guttaperchazündschnur auf. Die Sprengbüchsen hatten im Jahre 1875 eine Ladung von 1,5 und 2,5 kg, im Jahre 1877 wegen des ganz aufsergewöhnlich mächtigen Eises eine solche von 3, 4 und 5 kg Pulver.

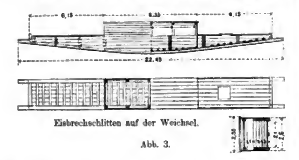
Die in der oben dargestellten Form beschafften Patronen hatten den Mangel, dafs die Guttaperchazündschnur leicht brach und dadurch unbrauchbar wurde. Man hat diesem Uebelstande in neuester Zeit in der Weise abgeholfen, dafs man die Zündschnur in einer schraubenartig gewundenen Hohlkehle des über den Büchsenhals hinaus um 17 cm verlängerten Holzstöpsels eingekittet hat, sodafs dieselbe niemals unmittelbar berührt werden kann. Die Brennzeit der Zündschnur ist bei den neueren Patronen zweckmäfsig auf 60 Secunden erhöht.

Der Eisaufbruch in den vorgenannten drei Jahren hatte die schon 1860 gewonnene Ueberzeugung von dem wohlthätigen Einflusse dieser Arbeit auf den Verlauf des Eisganges allseitig befestigt, und sicher wäre die Eisdecke in den Jahren

1860 bis 1877 noch öfter aufgebrochen worden, hätten nicht die großen Kosten der Pulversprengung eine Einschränkung dieser Arbeit auf das nothwendigste Maß bedingt. Wollte man also in umfangreicherer Weise für die Sicherheit der Weichsel- und Nogatniederungen gegen Eisgangsgefahr Vorsorge treffen, dann mußte zunächst eine billigere Art des Eisaufbruches gefunden werden. Auf die nach dieser Richtung seitens der Staatsregierung ausgegangene Anregung hin wurden in den Jahren 1866 bis 1878 einige Entwürfe zu Dampf-Eis-Zertrümmerungsmaschinen, Eis-Sägemaschinen und Eisbrechdampfern aufgestellt. Es gelangte aber keiner derselben zur Ausführung, da keiner die zweifellose Gewähr für einen genügenden Erfolg bot. Bei den in Verschlag gebrachten Dampfschiffen war zum Theil der große beanspruchte Tiefgang einer Verwendung im Weichselstrome hinderlich.

Es sei hier erwähnt, daß auch eine kleine Menge Dynamit (25 kg) in Patronen von 50 bis 120 Gramm versuchsweise zum Eissprengen in der Weichsel verwendet worden ist. Die hierbei angestellten Beobachtungen ergaben, daß Dynamit, wenn es einige Meter tief unter dem Eise entzündet werden kann, eine vorzügliche Wirkung hat. Zu umfangreichen Dynamitsprengungen kam es aber nicht, da die Beschaffung und die Verwendung dieses Sprengstoffes für die Bauverwaltung mit zu bedeutenden Schwierigkeiten verbunden waren.

Im Jahre 1878 unternahm es eine Vereinigung von Privatleuten, auf eigene Kosten zwei hölzerne Eisbrechschlitten zu bauen, welche, von Menschen etwa bis zur halben Länge auf das Eis gezogen, das letztere durch ihr Gewicht zerbrechen sollten. Sie hatten eine prahmartige Form und bei 2,6 m Breite und 1,43 m Bordhöhe eine Länge von 22,45 m. Unter dem von der Mitte nach beiden Seiten stark ansteigenden Boden befanden sich drei hölzerne, mit 10 mm starkem Flacheisen beschlagene Rippen, und zwar eine in der Mitte und je eine an jeder äußeren Kante des Bodens. Diese Rippen hatten den Zweck, das Gewicht des ganzen Fahrzeuges auf einzelne Punkte zu vereinigen, und gaben demselben eine gewisse Aehnlichkeit mit großen Schlitten. Eine eingehende Beschreibung der Eisbrechschlitten befindet sich in der deutschen Bauzeitung, Jahrgang 1880, Seite 352; derselben sind die nachstehenden Holzschnitte



Eisbrechschlitten auf der Weichsel.

Abb. 3.

(Abb. 3) entnommen. Ihre Entstehung verdanken die Schlitten dem Umstande, daß es bei den Sprengarbeiten an der Weichsel und auch beim Freihalten von Fährrinnen wiederholt beobachtet worden war, wie die am Weichselstrome meistens rund gebauten, einfachen Handkähne leichter dünnes Eis durchbrachen, wenn sie zum Schutze des Bodens mit einigen — gewöhnlich drei — Holzlatten versehen waren, als wenn sie mit dem ganzen Boden auf das Eis drückten.

Die vorerwähnte Vereinigung bot im Winter 1878/79 ihre beiden Schlitten dem Staate zur miethsweisen Benutzung an und baute, nachdem dieselben sich im Frühjahr 1879 beim Aufbruche der allerdings nicht besonders starken Eisdecke von Neufähr bis unterhalb Dirschau vortrefflich bewährt hatten, noch einen dritten Eisbrecher nach dem Muster der beiden ersten.

Im Jahre 1880 hatte man Gelegenheit, die Wirkung des Pulvers mit derjenigen der Schlitten zu vergleichen, da beide Mittel zum Aufbruch der Eisdecke in durchschnittlich 150 m Breite auf der getheilten Weichsel neben einander zur Anwendung kamen. Es zeigte sich dabei, daß die Schlitten, wo sie überhaupt verwendbar waren, vor dem Pulver den Vorzug verdienten, da sie die gleiche Arbeit wesentlich schneller und nicht unerheblich billiger leisteten. Seit der Inbetriebsetzung der Schlitten ist die getheilte Weichsel in jedem Winter aufgebrochen worden, und zwar auf Grund eines im Jahre 1879 festgesetzten Regulativs, aus welchem weiter unten im dritten Abschnitte das wichtigste mitgetheilt werden wird.

Ueber den Betrieb der Eisbrechschlitten mögen hier noch die nachstehenden kurzen Angaben Aufnahme finden.

Den Schiffern, welche die Stromrinne wie bei den entsprechenden früheren Arbeiten aufsuchten und durch Weidenäste bezeichneten, folgte der 200 Mann starke Trupp der Vereiser. Diese Mannschaften schlugen genau in der durch die Weidenäste bezeichneten Linie eine durchschnittlich 50 cm breite Rinne mittels gewöhnlicher Eisäxte und Eisstoßeisen (vergl. Abb. 3, 4 u. 9, Bl. *R*, Jahrg. XI d. Zeitschr. f. Bauwesen) durch die Eisdecke, um die Spannung in derselben zu zerstören und dadurch den Schlitten die Arbeit zu erleichtern. Die Rinne erwies sich als unerläßlich, da der Eisaufbruch sofort wesentlich schwieriger wurde, wenn die Rinne nicht durch die ganze Eisdecke geführt, oder wieder theilweise zugefroren war. Der eigentliche Aufbruch begann in der Weise, daß vom freien Wasser aus zunächst zwei Schlitten zu beiden Seiten der Rinne und etwa 5 m von dieser entfernt durch je 220 Arbeiter an je vier Tauen gegen den Strom auf die Eisdecke gezogen wurden. Waren die Schlitten auf diese Weise mit einem Drittel bis zur Hälfte ihrer Länge auf die Eisdecke aufgefahren, dann pflegte das Eis unter ihnen durchzubrechen. Dabei sanken die Schlitten vorn herunter, schoben sich aber, stets gleichmäßig von den Arbeitern fortgezogen, sogleich wieder auf das Eis herauf, brachen wieder durch, und so ging der Betrieb fort, bis zur Erholung der Mannschaften eine Pause angeordnet werden mußte. Auf diese Weise wurde gewöhnlich zuerst ein etwa 200 bis 300 m langer, im Durchschnitt 20 m breiter Canal in dem Eise hergestellt. Alsdann konnte unter Zuhülfenahme des dritten Schlittens der freigebrochene Canal meistens leicht auf 120 bis 150 m verbreitert werden.

Daß bei den infolge veränderter Tiefe, Strömung, Eisstärke, Eisart usw. fortwährend wechselnden Verhältnissen der vorgeschilderte Eisaufbruch auch vielen Störungen unterworfen war, ist um so begreiflicher, als die Schlitten doch mit manchem Mangel behaftet waren. In erster Linie waren sie für stärkeres Eis, selbst ohne Packeis, zu leicht. Sie wurden dann von der Mannschaft vollständig auf das Eis gezogen, ohne dieses zu durchbrechen, und konnten bisweilen nur mit großen Schwierigkeiten wieder flott gemacht werden. War das Kerneis mit nennenswerthem Untereis verpackt, so hörte die Verwendbarkeit der Schlitten ganz auf und es blieb nur die Pulversprengung übrig.

Der gröfste Uebelstand lag aber darin, dafs zur Bedienung der drei Schlitten, einschliefslich der das Voreisen besorgenden Leute, etwa 800 bis 1000 Arbeiter nöthig waren und dafs diese sehr schwer zu beaufsichtigenden Mannschaften nicht selten auf zum Theil infolge des Eisaufbruches schon geborstenem, zum Theil an sich ganz unsicherem Eise arbeiten mufsten. Auch war die Verpflegung der Arbeiter bisweilen überaus schwierig und das Nachtunterkommen für eine gröfsere Anzahl derselben oft erst in weiterer Entfernung von der jedesmaligen Arbeitsstelle zu finden.

Konnte man aus diesen Gründen die Eisbrechschlitten durchaus noch nicht für die endgültige Lösung der Eisaufbruchfrage ansehen, so war hierzu doch mit dem Bau derselben der wichtigste Schritt gethan: der Mangel an genügendem Schiffsgewichte, wie die mit der zahlreichen Bedienungsmannschaft verbundenen Uebelstände wiesen auf den Bau von Dampfschiffen hin. Ferner hatte man durch die beständigen, von den Schlitten aus bewirkten Peilungen festgestellt, dafs in der selbst auf über 150 m Breite freigebrochenen Rinne gröfsere Tiefen vorhanden waren, als solche früher bei gleichen Pegelständen ermittelt worden sind. Es wird dieses Ergebnifs theilweise der Einwirkung des stetig fortschreitenden Regulirungswerkes zu danken sein, viel haben aber auch die Eisbrecharbeiten selbst dazu verholfen. Sobald nämlich im Pack- oder Stopfeise die Eisdecke zunächst mittels einer schmaleren Rinne durchbrochen wird, fällt das Wasser unmittelbar an der Arbeitsstelle je nach der Stärke der Eisdecke mehr oder weniger ab, wodurch die zu beiden Seiten der Rinne noch anstehenden Eismassen heruntersinken und damit das Querprofil nicht nur wesentlich verändern, sondern oft bis in die Nähe der Rinne fast vollständig sperren. Man bemerkt stets, wie beim Vorbrechen immer an neuen Stellen Strömungen von beiden Seiten in die offene Rinne hineinstürzen, sodafs wohl nicht selten das ganze, durch das Querprofil fliefsende Wasser von der Rinne aufgenommen wird. Mufs aber eine Wassermenge, welcher sonst ein Profil von 250 m Breite freigegeben ist, plötzlich ihren Lauf durch ein solches von durchschnittlich der halben Breite nehmen, dann wirkt sie in dem losen Boden des Weichselbettes naturgemäfs auf Vertiefung der Sohle hin. Während daher früher 1 m als der höchste Tiefgang für einen Eisbrechdampfer angenommen wurde, konnte nun mit Sicherheit ein solcher von 1,6 m gestattet werden.

Auf Grund dieser Erfahrungen erbaute der Director der Danziger Schiffswerft und Kesselschmiede, Actiengesellschaft, F. Devrient, den ersten Eisbrechdampfer Weichsel mit 1,6 m Tiefgang und dem $3^1/_2$ fachen Gewichte eines Eisbrechschlittens. Die drei durchgehenden hölzernen Rippen wurden durch drei von vorn bis zur Mitte reichende Kielstücke aus Krupp'schem Stahl ersetzt. Das Schiff, 1881 gleichzeitig mit zwei Eisbrechschlitten und einem Sprengtrupp in Betrieb gesetzt, bewährte sich vorzüglich und lieferte namentlich in betreff der Kosten so überraschend günstige Ergebnisse, dafs schon in demselben Jahre die Montau in gleicher Bauart wie die Weichsel, aber in durchweg gröfseren Abmessungen erbaut wurde.

Ueber die Art und Weise des Eisaufbruches durch Dampfer am Weichselstrome wird der nächste Abschnitt das Nähere enthalten.

Montau und Weichsel leisteten im Winter 1882/83, in welchem die Eisdecke der getheilten Weichsel sehr stark mit mächtigem Packeise unterstopft war, ausgezeichnete Dienste. Sie waren aber dennoch nicht ausreichend, allein den Eisaufbruch bis Pieckel zu fördern, weshalb sie auch von umfangreichen Pulversprengungen und während einiger Tage auch von zwei Schlitten unterstützt werden mufsten.

Da indes die Kosten des Eisaufbruches mittels der Schlitten und namentlich diejenigen der Pulversprengung in keinem Verhältnifs standen zu den Betriebs- und Unterhaltungskosten der Eisbrechdampfer, so beschlossen die Betheiligten, fernerhin nur noch Dampfschiffe zum Eisaufbruch zu verwenden, und zu diesem Behufe einen dritten Eisbrechdampfer zu beschaffen. Bei Aufstellung der Lieferungsbedingungen für dieses Schiff sind die an der Montau und Weichsel bis dahin erzielten Erfahrungen verwerthet worden. Das Gewicht wurde noch etwas gröfser beansprucht, als dasjenige der Montau, und der Tiefgang auf 2 m bemessen, nachdem die Weichsel im Jahre 1883 bis Kurzebrack, d. i. 22 km oberhalb Pieckel, vorgedrungen war, ohne durch den Tiefgang von 1,6 m beeinträchtigt zu werden.

Bei der öffentlichen Ausschreibung der Lieferung des dritten Eisbrechdampfers reichte die Firma J. W. Klawitter-Danzig den Entwurf zu einem Schiffe ein, welches, abweichend von den bisherigen Eisbrechdampfern, ohne Kielstücke mit glattem Boden, aufserdem aber mit gegen die bisherige Bauweise völlig verändertem Spantensystem gedacht war, in welchem den Längsverbindungen im Schiffe eine hervorragende Bedeutung zuertheilt war.*) Dafs die nur 80 bezw. 100 mm hohen Kielstücke unter dem Boden der Montau und der Weichsel einen wesentlichen Einflufs auf die gute Wirkung dieser Schiffe ausüben, konnte nicht mit Bestimmtheit in den Betrieben der Winter 1880/81, 1881/82 und 1882/83 nachgewiesen werden, dagegen trat der im nächsten Abschnitte weiter zu besprechende Nachtheil der Kielstücke oft sehr deutlich hervor, dafs sich zwischen denselben Eis festsetzte und die Schiffe in ihrer Bewegung nicht unerheblich beeinträchtigte. Höhere Kielstücke wären möglicherweise beim Durchbruch der Eisdecke mehr zur Wirkung gekommen, sie hätten aber auch mehr Eis festgehalten und damit die Verwendung der Schiffe im Packeise noch mehr erschwert.

Der Entwurf der Firma J. W. Klawitter verdiente vor den übrigen, im Ausbietungstermine zur Vorlage gebrachten, wegen der ungleich stärkeren Bauart den Vorzug und erhielt den Zuschlag. Die Kielstücke konnten erforderlichenfalls immer noch nachträglich angebracht werden; zunächst sollten sie aber fortbleiben, um den thatsächlichen Werth derselben durch einen Vergleich der Wirkung dieses dritten Eisbrechdampfers Ossa mit derjenigen der Montau festzustellen.

Zur Herbeischaffung von Kohlen und sonstigen Betriebsmaterialien, Zuführung der Ablösungsmannschaften, wie zu allen anderen bei einem derartigen Betriebe vorkommenden Transporten, welche auf der mit abtreibenden losgesprengten Schollen oft dicht bedeckten, aufgeeisten Rinne erfolgen mufsten, reichten gewöhnliche Dampfer wegen ihrer nicht ausreichend widerstandsfähigen Bauweise nicht aus, und es wurde daher gleichzeitig mit der Ossa noch das eistüchtige Dampfschiff Ferse beschafft, welches auch geeignet ist, bei nicht zu starker Eisdecke als Eisbrecher verwendet zu werden.

Mit diesen vier Schiffen ist ohne jedes andere Hülfsmittel die Eisdecke der Weichsel von Neufähr bis oberhalb Pieckel in den Wintern 1884/85, 1885/86 und 1886/87 fast immer in ganzer Strombreite aufgebrochen worden.

*) Wesentlich dieses ganz anders gestaltete Spantensystem war bestimmend für die Annahme des Klawitter'schen Entwurfes.

2. Beschreibung der Eisbrechdampfer und ihres Betriebes. (Hierzu Blatt 49 im Atlas.)

Der Eisbrechdampfer Weichsel soll möglichst weit auf die Eisdecke hinauffahren, ist daher so steuerlastig gebaut, dafs das Vorderende über dem Niveau des Wassers liegt. Der Boden des in den Abb. 1, 4 bis 6 u. 10 dargestellten Schiffes läuft vom Rudersteven bis zum Spant 16 wagerecht, steigt dann im Verhältnifs 1 : 20 bis Spant k und von dort allmählich immer steiler bis zum Vorsteven an. Der Bug des Schiffes ist sehr breit gebaut. Um das Gewicht des Schiffes, welches, auf die Eisdecke hinauffahrend, diese zertrümmern soll, auf einzelne Punkte zu vereinigen und damit das Brechen des Eises zu erleichtern, wie auch, um die Bodenplatten nicht unmittelbar dem Stofse der Eisdecke auszusetzen, befinden sich unter dem Vorschiffe drei Kielstücke aus Gufsstahl, deren Querschnitte in Abb. 5 und 6 zur Anschauung gebracht sind. Die Länge des mittleren Kielstückes beträgt 16 m, diejenige der seitlichen Kielstücke 15,5 m. Ueber den Kielstücken sind zu deren besonderer Unterstützung und um dem Schiffe die erforderliche Steifigkeit gegen Durchbiegen zu geben, Kielschweinplatten zwischen den Bodenwrangen eingefugt. Diese Platten werden durch Winkeleisen mit den Bodenplatten und Bodenwrangen verbunden. Sie reichen über letztere hinaus und nehmen doppelte, längsschiffs geführte Winkeleisen auf, welche auf den Reverswinkeleisen ruhen und mit diesen vernietet sind. Die Reverswinkeleisen reichen bis unter die Seitenstringer, welche aus doppelten Winkeleisen in Stärke der Spanten bestehen.

Die Montau ist von gleicher Bauart wie die Weichsel; eine genaue Beschreibung und Darstellung derselben befindet sich in der Sammlung ausgeführter Dampfbagger, Baggerprähme, Dampfbugsirboote usw. von L. Hagen, Theil II, No. XXIX.

In jedem der beiden Schiffe sind drei wasserdichte Schotte vorgesehen, von denen das eine 2 m vom Vorsteven entfernt ist, während die beiden anderen den Maschinen- und Kesselraum vorn und hinten abschliefsen. Die Weichsel enthält eine kleine Kajüte als Arbeitsraum für den Betriebsleiter der Eisbrecharbeiten, die Montau eine gröfsere Kajüte zu demselben Zwecke und daneben einen Schlafraum für diesen Beamten. Aufserdem sind auf beiden Schiffen die ausreichenden Räume für die Schiffsmannschaft, die Schiffsmaschine, den Dampfkessel, die elektrische Maschine, das Schiffsgeräth und einen gröfseren Kohlenvorrath vorhanden. Die Kohlenbunker der Montau fassen 18 t, diejenigen der Weichsel 9 t Kohlen.

Ganz abweichend von den bisher beschriebenen Schiffen ist der Eisbrechdampfer Ossa gebaut. Das Vorderende liegt auch bei diesem Schiffe über Wasser, die Kielstücke unter dem Boden fehlen aber und an Stelle des stumpfen Bugs der Montau und Weichsel ist ein schärferer Bug mit steil ansteigendem Steven getreten. Der Boden verläfst schon beim Rudersteven die Wagerechte und steigt steiler zum Vorsteven an, als die Schiffsböden der vorgenannten beiden Dampfschiffe (vergl. Abb. 3). Um allen Formänderungen des Schiffes beim Arbeiten im starken Eise zu begegnen, wurde nach Fortfall der Kielstücke das Querspantensystem der Montau und Weichsel (vergl. Abb. 4) aufgegeben und zu einer Verbindung des Skott-Rufsel'schen Längsspantensystems mit Querspanten übergegangen. Die aus den Querschnitten (Abb. 8 und 9) ersichtlichen sieben Längsspanten, von welchen das mittlere gleichzeitig den Plattenkiel bildet, laufen möglichst von Steven zu Steven durch das ganze Schiff hindurch. Die Entfernung der gewöhnlichen Querspanten, welche in einer Länge vom Kiel bis zum Deck reichen, beträgt 500 mm. Im Vorschiffe wird jedes fünfte dieser Querspanten, im Hinterschiffe jedes sechste durch 250 mm breite, 6 mm starke Platten, welche innerhalb zwischen den Längsspanten eingebaut und an ihrer Innenkante mit Winkeleisen besetzt sind, versteift; mithin beträgt die Entfernung dieser letzteren Spanten — Breitspanten genannt — im Vorschiffe 2500 mm, im Hinterschiffe 3000 mm. Einer weiteren Verstärkung der Breitspanten dient eine 200 mm breite, 7 mm starke Querplatte, welche ebenso wie die Spantwinkel ununterbrochen vom Kiel bis zu den Deckbalken durchläuft und in Abb. 8 erkennbar ist. Im Vorschiffe, welches einer Beschädigung am meisten ausgesetzt ist, befinden sich drei wasserdichte Schotte.

Die Ossa enthält, aufser den nöthigen Räumlichkeiten für die Schiffsmannschaft, die Schiffsmaschine, den Dampfkessel, die elektrische Maschine, die Schiffsgeräthe und 10,5 t Kohlen, einen Arbeitsraum für den Betriebsleiter der Eisbrecharbeiten und im Anschlufs daran einen Schlafraum für denselben. Auf Deck ist ein Steuerhäuschen erbaut, welches dem Schiffsführer gleichzeitig als Arbeitsraum dient und sechs bis acht Personen bequem Platz bietet. Die Steuerhäuschen auf der Weichsel und Montau sind nur für die Aufnahme von zwei bis drei Personen berechnet. In Abb. 3 wird der ganze hintere Theil des Steuerhäuschens durch Abortanlagen verdeckt. Auf der Backbordseite des Schiffes befindet sich ein Aufbau, welcher äufserlich vollständig dem Aborthäuschen auf der Steuerbordseite entspricht. Er dient als Küche und trägt gemeinsam mit dem Steuer- und Aborthäuschen die sehr geräumige Commandobrücke.

Der Transportdampfer Ferse hat den Zweck, während der Ausführung der Eisbrecharbeiten auf der Weichsel die Beförderung der Ablösungsmannschaften von und zu der Arbeitsstelle zu bewirken, den im Betriebe befindlichen drei Eisbrechdampfern Montau, Weichsel und Ossa die nothwendigen Kohlen und sonstigen Betriebserfordernisse nachzuführen und das Arbeiter-Casernenschiff Radaune von einer Arbeitsstelle zur anderen, bezw. bei unsicheren Witterungs- und Eisverhältnissen nach möglichst geschützten Liegestellen, wie von diesen wieder zur Arbeitsstelle zurück zu schleppen. Hierbei mufs der Dampfer Eisschollen, welche seine Fahrt behindern, zerbrechen, sowie Eisstopfungen, welche sich durch die von den Eisbrechdampfern gelösten, oder seitlich von den Rändern abgetriebenen gröfseren Schollen bilden; zerstören können. Im Sommer soll das Schiff der Strombauverwaltung als Schlepp- und Bereisungsdampfer dienen.

Um allen diesen Anforderungen zu genügen, ist die Ferse einerseits in der gewöhnlichen Form schnell fahrender Personendampfer, andererseits aber sowohl in betreff der Spanten, als auch der Haut so widerstandsfähig gebaut, dafs sie jeden Eisanprall schadlos aufzunehmen vermag. Besonders hervorzuheben bleibt noch, dafs vorn ein nach rückwärts geneigter, zum Rammen des Eises tauglicher Vordersteven angebracht ist. Den Längsverband des nach dem Querspantensystem erbauten Schiffes bilden die Deckstringerplatte, ferner eine in Höhe der Wasserlinie nach Abb. 7 durch ein Winkeleisen von 50 · 50 · 8 mm Stärke an der Schiffshaut befestigte und mit zwei Winkeleisen von 65 · 50 · 8 mm Stärke an der Innenkante versteifte zweite Stringerplatte, schliefslich die aus doppelten Winkeleisen von 65 · 50 · 8 mm Stärke eingebauten drei Kielschweine und der unter dem ganzen Schiffe durchlaufende, 120 mm hohe und

25 mm starke Kiel. Aufser den für Unterbringung der Bedienungsmannschaft nöthigen Kojen enthält die Ferse ein Arbeitszimmer mit daran stofsender Schlafkoje für den Betriebsleiter der Eisbrecharbeiten, ferner die Räume für die Schiffsmaschine, den Dampfkessel, die elektrische Maschine und das Schiffsgeräth. Unter Deck können schliefslich noch 18 t Kohlen zur Versorgung der Eisbrechdampfer Ossa, Weichsel und Montau untergebracht werden. — Die Uebernachtungs- und Arbeitsräume der vorbeschriebenen vier Schiffe sind mit Dampfheizung und daneben noch mit gewöhnlichen eisernen Oefen ausgestattet. Alle übrigen zur Auskunft über die Schiffe erwünschten Angaben dürften in nachstehender Zusammenstellung enthalten sein:

Bezeichnung der wichtigsten Angaben über die Eisbrechdampfer:		Weichsel	Montau	Ossa	Transportdampfer Ferse
Länge über Alles	m	26,40	31,10	33,10	30,40
Länge von Vorderkante Vorsteven bis Hinterkante Rudersteven	m	25,50	30,00	31,80	30,15
Gröfste Breite im Nullspant	m	4,75	5,50	5,50	4,75
Ganze Höhe im Nullspant (mittschiffs)	m	2,65	2,86	3,00	2,60
Gröfster Tiefgang bei voller Belastung	m	1,60	1,60	2,00	1,60
Material der Spanten	—	Schmiedeeisen	Schmiedeeisen	Stahl (vergl. Beschreibung)	Schmiedeeisen
Dimensionen der (Quer-) Spanten	mm	65. 50. 8	78. 65. 10	65. 65. 8	65. 50. 8
Entfernung von Spant zu Spant	mm	vorn bis zum Nullspant 400, hinten 500	vorn und Mitte 400, hinten 500	500	vorn auf 1/3 der Länge 400, Mitte und hinten 500
Material der Aufsenhaut	—	Stahl und Schmiedeeisen	Stahl und Schmiedeeisen	Stahl	Stahl
Stärke der Bodenbleche	mm	10 bis 13	13 bis 15	9 bis 11	9 bis 11
Stärke der Seitenwände	mm	8 bis 13	8 bis 15	7 bis 11	7 bis 11
System der Dampfmaschine	—	Compound-Hammer-Schraubenschiffsmaschine mit Oberflächencondensation	Compound-Hammer-Schraubenschiffsmaschine mit Oberflächen- und Einspritzcondensation		
Indicirte Pferdekräfte	Zahl	120	189	185	115
Anzahl der Cylinder	Zahl	2	2	2	2
Durchmesser der Cylinder	mm	300/530	360/680	490/730	320/580
Kolbenhub	mm	300	400	450	360
Umdrehungen in der Minute	Zahl	180	180	121	176
System des Dampfkessels	—	liegender Schiffskessel mit zwei Flammrohren und durch Siederöhren rückkehrender Flamme			
Heizfläche	qm	52,86	81,50	79,37	52,00
Rostfläche	qm	1,80	2,92	2,43	1,93
Dampfspannung in Atmosphären	Zahl	6	6	6	6,5
Kohlenverbrauch für die Betriebsstunde	kg	120	180	185	100
Durchmesser der vierflügligen Gufsstahlschraube	m	1,40	1,50	2,0	1,50
Geschwindigkeit des Schiffes im stillen Wasser in der Stunde	Knot.	8	9	9	10
Wasserverdrängung bei voller Belastung	cbm	86,3	125,3	134,3	91,0
Kosten des Schiffes ausschliefslich der elektrischen Beleuchtung	ℳ	69 700	105 300	110 000	62 000
Name des Erbauers	—	Danziger Schiffswerft und Kesselschmiede, Actien-Gesellschaft		J. W. Klawitter in Danzig	Danziger Schiffswerft und Kesselschmiede, Act.-Gesellschaft
Jahr der Erbauung	—	1880	1881 und 1882	1884	1884
Constructon der elektrischen Lampe	—	Hängelampe nach allen Seiten leuchtend für Bogenlicht bei Verwendung von 14 mm Kohle		Reflectorlampe mit Parabelspiegel von 51 cm Oeffnung in eisernem nach allen Seiten drehbarem Gehäuse auf Säulenfufs für Bogenlicht bei Verwendung von 14 mm Kohle	
Stromstärke für die Lampe	Amp.	35	35	35	35
Einrichtungskosten der elektrischen Beleuchtung	ℳ	10 311		4947	4673

Im Winter 1882/83 ist es nur durch ununterbrochene Tag- und Nachtarbeit möglich gewesen, den Eisaufbruch zwischen Neufähr und Pieckel rechtzeitig zu vollenden, und diese Verhältnisse können sich in jedem Jahre wiederholen. Die Beamten und Arbeiter, welche damals auf den beiden vorhandenen Eisbrechdampfern Weichsel und Montau beschäftigt waren, bezw. dieselben bedienten, sind auch während ihrer Ruhestunden gewöhnlich auf den beiden Schiffen geblieben, da das Aufsuchen eines passenden Unterkommens bei der stetig wechselnden Arbeitsstelle meistens zu zeitraubend gewesen wäre und zu Betriebsstörungen Veranlassung gegeben hätte, welche unter allen Umständen vermieden werden mufsten. Eine wirkliche Ruhe giebt es aber auf einem im Weichselstrome arbeitenden Eisbrechdampfer nicht. Die Stöfse der gegen eine Stopfung rennenden Schiffe sind meistens so heftig, dafs die ruhenden Personen alle Kraft daran setzen müssen, um nicht aus ihren Schlafstellen herausgeworfen zu werden. Man baute daher im Jahre 1884 gleichzeitig mit der Ossa und Ferse das Arbeiter-

Casernenschiff Radaune, welches bei nöthig werdender Nachtarbeit den beim Eisbrechbetriebe beschäftigten Mannschaften und Beamten während der dienstfreien Zeit ein Unterkommen zum Ausruhen durch Schlaf gewähren soll.

Da die Radaune, sobald sie in Benutzung genommen wird, sich stets in der Nähe der Eisbrechdampfer befindet, und von einem derselben jederzeit ins Schlepptau genommen werden kann, so bedurfte sie keiner eigenen Maschine, und es war für den Erbauer nur nöthig, dem Schiffe eine für das Schleppen im Eise recht günstige Form zu geben. Dem entsprechend ist der Bug scharf gebaut und dem Schiffsboden eine Steigung von etwa 1:100 nach dem Vorschiffe hin gegeben worden. Die Radaune ist 25,5 m lang, 4,5 m breit und mittschiffs im ganzen 2,45 m hoch. Die lichte Höhe der Räume beträgt 1,90 bis 2,15 m. Haut und Spanten, wie alle übrigen Schiffstheile sind aus Stahl. Die Haut ist im oberen Gange 6 mm, im hinteren Boden 7 mm, im vorderen Boden, in der Kimme und dem Gange in der Wasserlinie 8 mm stark. Die Spanten haben bei 500 mm gegenseitigem Abstande 65 · 50 · 8 mm Stärke. Im Vorschiffe hat jedes vierte Spant eine 200 · 6 mm starke Platte, welche oben mit dem Deckstringer, unten mit der Bodenwrange vernietet ist, sodafs also je ein breites Spant in die Scheidewand zweier anstofsender Kojen fällt, wonach sich die Anordnung der letzteren richten mufste. Die Deckbalken und Kielschweine haben 105 · 75 · 9 mm Stärke.

Die Anordnung des Decks, wie die innere Einrichtung der Radaune sind in den hierunter folgenden Abbildung 4 dargestellt.

Innere Einrichtung des Schiffes.

ein Bett. zwei Betten über einander. a Waschtisch. b Efstisch. c Speiseschrank. d Kasten.

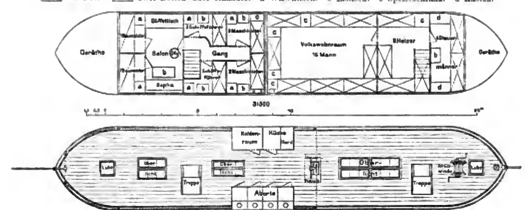


Abb. 4. Grundrifs und Deckplan des Casernenschiffes Radaune.

Auf Deck befindet sich ein Abort mit vier Sitzen und die allgemeine Küche nebst Kohlenkammer. Zwei Treppen führen vom Deck nach den inneren Räumen. Auf der im Hinterschiffe eingebauten Treppe gelangt man zu dem Arbeitszimmer der Bauleiter und den daneben liegenden beiden Schlafkojen, wie zu den vier Kojen der vier Schiffsführer und der vier Maschinisten. Die Treppe im Vorschiffe vermittelt den Zutritt zu den Räumen für vier Steuerleute, acht Heizer und sechszehn Arbeiter. Zur Heizung dienen in allen Räumen eiserne Oefen. —

Als der erste Eisbrechdampfer Weichsel beschafft war, trat die Nothwendigkeit ein, für denselben in unmittelbarer Nähe der Mündung bei Neufähr eine Liegestelle zu schaffen. Hier mufste der Dampfer ein Unterkommen finden, wenn er bei seiner Arbeit im oberen Strome vom Eisgange überrascht wurde, hier auch nach Beendigung des Eisaufbruches zur jederzeitigen Wiederverwendung bei Zertrümmerung nachträglich durch Abtreiben von Uferschollen auf der frei gebrochenen Stromstrecke etwa entstandener Stopfungen bereit liegen. Man wählte zu dieser Liegestelle eine vorhandene kleine Bucht unterhalb der Plehnendorfer Schleuse, baggerte dieselbe genügend aus und versah sie mit einigen starken Haltepfählen. Für die Weichsel allein reichte diese Liegestelle wohl aus, als aber die Montau gebaut und die Beschaffung noch weiterer zwei Schiffe beschlossen war, mufste man den Liegeraum erheblich vergröfsern und in Anbetracht des grofsen Werthes der Schiffe für deren vollständige Sicherheit gegen etwaigen Eisanprall aus dem Strome in wirksamerer Weise Sorge tragen. So entstand aus der vorerwähnten Bucht in den Jahren 1884 und 1885 die auf Blatt 48 besonders dargestellte, von hochwasserfreien Deichen umschlossene Liegestelle.

Die in den Jahren 1886 und 1887 ausgeführte Verlegung der Plehnendorfer Schleuse hat auch Veränderungen an der Liegestelle der Eisbrechdampfer nöthig gemacht. Es kann von deren Darstellung hier aber abgesehen werden, da dieselben nicht im besonderen Interesse dieser Schiffe herbeigeführt und auch nicht aus Eisbrechmitteln bezahlt worden sind. Die vier Eisbrechdampfer haben in der abgeänderten und etwas vergröfserten Liegestelle ihre früheren Plätze behalten.

Die für den bevorstehenden Eisbrechbetrieb voraussichtlich erforderliche Menge an Kohlen, Schmiermaterialien usw. wird im Herbste jedes Jahres nach Plehnendorf geschafft und dort in dem Bauhofe südlich von der alten Schleuse untergebracht.

Da es in früheren Jahren wiederholt vorgekommen ist, dafs Stopfungen, welche sich durch Abtreiben von Uferschollen in weiter Entfernung von der Aufbruchstelle gebildet haben, lediglich dadurch eine sehr schädliche Bedeutung erlangten, dafs der den Betrieb leitende Beamte von der Bildung dieser Stopfungen nicht rechtzeitig Nachricht erhielt, so beschlofs man, längs dem linksseitigen Weichseldeiche zwischen Gr. Plehnendorf und Dirschau auf Kosten des Eisbrechfonds eine Fernsprechleitung

zu erbauen und an diese sämtliche am Deiche gelegenen Wachtlocale des Danziger Werders anzuschliefsen. Diese Anlage gelangte im Jahre 1886 zur Ausführung und hat sich bisher recht gut bewährt. Zwischen Dirschau und Pieckel besteht auf dem rechtsseitigen Deiche eine gleiche, dem grofsen Marienburger Werder gehörende Einrichtung. Die Strombauverwaltung hat das Recht, diese Leitung während des Eisaufbruches zu benutzen, und es kann somit in jedem Augenblicke auf der ganzen Strecke von Pieckel bis Neufähr eine Verständigung zwischen dem Betriebsleiter und jeder Fernsprechstation erfolgen. —

Die Profilbreite der getheilten Weichsel beträgt bei mittlerem Wasserstande auf der Strecke von Pieckel bis zum Danziger Haupte 250 m. Von hier ab erweitert sich das Profil stetig bis Neufähr, woselbst es eine Breite von 300 m erreicht. Seitdem zu den Eisbrecharbeiten im Weichselstrome drei Eisbrechdampfer und ein Transportschiff verfügbar sind, ist man bemüht, den Aufbruch der Eisdecke zwischen Pieckel und Neufähr stets in ganzer Strombreite herbeizuführen. Zu diesem Zwecke wird von den drei Schiffen Weichsel, Montau und Ossa zunächst eine, je nach der Stärke des Eises 80 bis 180 m breite Rinne aufgebrochen, und dann von dieser aus die ganze Eisdecke zwischen den Ufern beziehungsweise zwischen den Buhnenköpfen allmählich beseitigt.

Nur in schwachem glatten Kerneise bis höchstens 18 cm Dicke vermögen die drei Eisbrechdampfer die Eisdecke, in stetiger Fahrt bleibend, zu durchbrechen. So schwaches Eis kommt aber im Weichselstrome nur äufserst selten und auch nur auf kurzen Strecken vor. Gewöhnlich setzt sich die Eisdecke, abgesehen von den Stopfungen, aus 0,3 bis 0,5 m starkem Kerneise und 1 bis 2 m starkem, schlammigem Untereise zusammen. Auf eine solche Eisdecke fahren die Dampfer mit einem 100 bis 200 m langen Anlaufe auf und bewegen sich, das Eis durch ihr Gewicht zertrümmernd, so lange vorwärts, bis die durch den Anlauf gewonnene Kraft verbraucht ist. Dann stehen die Schiffe still. Es folgt das Commando „rückwärts", worauf jedes Schiff soweit rückwärts geht, bis es die genügende Fahrt zum Anlauf für den nächsten Stofs gewonnen hat. Dieser trifft die Eisdecke in einiger Entfernung von dem ersten. Man schafft hierdurch von vornherein eine breite Rinne und vermeidet ein Begegnen mit den aus der ersten Bruchstelle herabkommenden Schollen. Vollzieht sich der Anlauf ohne Hindernisse, dann fahren die Schiffe je nach der Stärke des Eises mit der halben bis ganzen Schiffslänge in dasselbe hinein. In Eisstopfungen, bei welchen das Pack- bezw. Untereis gewöhnlich 3 bis 4 m, oft aber auch 6 und 7 m stark ist, gelingt es den Schiffen nur, mit höchstens einem Fünftel bis einem Viertel ihrer Länge in die Eismassen einzudringen.

Die Wirkung der Schiffe auf die Eisdecke ist eine doppelte. Erstens zertrümmern dieselben die von ihnen unmittelbar berührten Eisflächen völlig, zweitens veranlassen sie, theils durch den heftigen Stofs, theils durch die mit dem Auffahren verbundene kräftige Wellenbewegung, die Bildung einer Anzahl Risse in dem die Bruchstelle umgebenden Eise und verursachen dadurch das Abspalten und Abtreiben oft ganz bedeutender Schollen.

In Stopfungen geschieht es nicht selten, dafs ein Dampfer, nachdem er im Eise zum Stillstande gekommen, mit dem Bug auf demselben fest bleibt und trotz stärksten Rückwärtsarbeitens der Schraube nicht heruntergleitet. In solchen Fällen wird das Schiff mittels einer Wagenwinde zurückgedrückt, welche zu diesem Zwecke stets klar am Vorsteven herabhängt. Bisweilen wird auch ein anderer Eisbrechdampfer benutzt, um das festsitzende Schiff abzubringen. Derselbe fährt dann dicht neben letzterem auf das Eis und zerbricht dadurch die dasselbe festklemmenden Schollen, oder er zieht es an einem schnell übergeworfenen Tau rückwärts von dem Eise herunter.

Während in den durch Pulver erschlossenen Rinnen, wie oben bereits erwähnt, die losgetrennten Schollen gewöhnlich noch durch besondere Arbeitertrupps abgedrückt und in einzelnen Fällen sogar an Tauen fortgetreidelt werden mufsten, sind die Eisbrechdampfer stets im Stande, das von ihnen losgebrochene Eis dem fliefsenden Wasser selbst zuzuführen. Allerdings erreichen sie das oft erst nach langer, mühsamer Arbeit. Ist an der Bruchstelle nur eine geringe Geschwindigkeit vorhanden, was besonders kurz oberhalb der Mündung bei anhaltend nördlicher oder östlicher Windrichtung der Fall zu sein pflegt, so treiben die losgebrochenen Schollen sehr langsam ab, und bald ist die Wasserfläche, auf welcher die Dampfer sich bewegen müssen, dicht mit Eisschollen und Schlammeis bedeckt. Nun sind die Schiffe gezwungen, ihren Anlauf durch die langsam treibenden Eismassen zu nehmen, wobei sich grofse Mengen klebrigen Untereises an den Schiffsböden und Seitenwänden festsetzen. Namentlich tritt dieser Uebelstand bei den mit Kielstücken versehenen beiden Schiffen Montau und Weichsel sehr störend auf. Die Dampfer büfsen dann durch die an ihnen haftenden Eismassen so erheblich an Geschwindigkeit und Steuerfähigkeit ein, dafs sie schliefslich fast ohne jede Wirkung auf die Eisdecke auflaufen. Es bedarf alsdann einer längeren Fahrt im offenen Wasser, um die Schiffe von dem Eise zu befreien. Vor Grundstopfungen ist gewöhnlich gar keine Strömung zu erkennen; dann müssen die Dampfer die gelösten Eisschollen allmählich herausdrücken und sich auf diese Weise wieder ein Arbeitsfeld schaffen. Ist genügende Stromgeschwindigkeit an der Bruchstelle vorhanden, so findet auch ein leichtes Lösen und Spalten der Eisdecke und ein schnelles Abtreiben der Schollen statt; die Dampfer haben beim Anlauf freies Fahrwasser und gelangen zur vollen Wirkung. Es wird daher bei Ausführung des Eisaufbruches sorgfältig darauf geachtet, dafs derselbe möglichst der Fahrrinne folgt. Dann ist der Strom selbst stets der beste Förderer der Arbeit.

Im grofsen und ganzen werden die Schiffe beim Aufbruch der Eisdecke, wie folgt, angestellt. Befindet sich unter der Kerneisdecke nur geringes Schlammeis, so fahren die drei Dampfer Montau, Weichsel und Ossa möglichst gleichzeitig parallel zu einander in Abständen von 60 bis 80 m auf die Eisdecke auf. Diese spaltet dann in einer Breite von 150 bis 180 m und die gelösten Eisschollen treiben leicht ab. Ist unter der Eisdecke viel Schlammeis oder Packeis, dann werden die Abstände zwischen den Schiffen je nach der Stärke des Eises zu 30 bis 20 m genommen. Bei Eisstopfungen, in welchen das Schlammeis bis auf die Sohle reicht und das Wasser nur an einzelnen Stellen Durchflufs hat, wird mit einem oder zwei Dampfern eine schmale Rinne gebrochen und diese mittels der anderen Dampfer staffelförmig auf 80 bis 100 m verbreitert. Ist dieRinne durch unmittelbaren Eingriff der Eisbrechdampfer je nach der Beschaffenheit des Eises auf 80 bis 180 m

Breite gebracht, dann werden die im Strome noch verbliebenen Eismassen am mühelosesten und billigsten dadurch beseitigt, dafs ein Schiff mit voller Fahrt möglichst nahe am Eise vorbeifährt. Die dadurch erzeugten Wellen führen ein Spalten und Abschwimmen des Eises herbei. Dieser Aufgabe unterzieht sich meistens das Transportschiff Ferse, welches, zum eigentlichen Eisaufbruch nur ausnahmsweise vorübergehend herangezogen, fast beständig die freigebrochene Stromstrecke befährt, um, wie oben bereits erwähnt, von Plehnendorf aus die Dampfer Ossa, Weichsel und Montau mit den nöthigen Betriebsmaterialien zu versorgen.

Es hat sich als besonders günstig für die Ausführung der Eisbrecharbeiten erwiesen, dafs alle vier Dampfschiffe, sei es in Bezug auf Construction, sei es in Bezug auf Länge, Breite und Gewicht unter einander wesentlich verschieden sind. Jedes hat bestimmte Eisarten und Eisstärken, bei welchen es besonders günstig, und solche, bei denen es verhältnifsmäfsig weniger günstig arbeitet. Der Betriebsleiter ist daher meistens in der Lage, die Schiffe innerhalb eines Querprofiles so anzustellen, dafs jedem derselben das passendste Arbeitsfeld zu Theil wird.

Die Weichsel steuert leicht und bietet den anderen Schiffen gegenüber dadurch gewisse Vortheile, dafs sie das beweglichste Schiff von allen ist. Sie läuft glatter aufs Eis hinauf und vom Eise herunter als die Montau. Die Ossa, als das schwerste Schiff, entwickelt namentlich infolge der starken Maschine und des grofsen Schraubendurchmessers die gröfste Kraft. Sie hat der nur um ein geringes leichteren Montau gegenüber den Vorzug, dafs ihr die Kielstücke fehlen und sie vorn etwas schärfer gebaut ist. Sie folgt aus diesem Grunde schneller dem Steuer, gewinnt leichter Fahrt und läuft besser auf das Eis, bezw. von diesem herunter. Sehr oft sind die Kielstücke, indem sie sich im Eise festklemmen, die Veranlassung, dafs die Montau und die Weichsel nicht vom Eise heruntergleiten. Die Ossa läuft etwas spitz auf die Eisdecke auf und fällt, je nachdem das Eis nach der einen, oder der anderen Seite williger bricht, mehr rechts oder links ab. Sie erhält dadurch eine leicht rollende Bewegung, die das Abspalten seitlicher Tafeln sehr begünstigt und einem Festklemmen des Schiffes auf dem Eise entgegenwirkt. Ist genügendes Fahrwasser vorhanden, dann werden Montau und Weichsel am Hinterende durch Ballast noch etwas gesenkt, wodurch die Wirkung der Schiffe merklich zunimmt.

Die durchschnittliche Leistung der Eisbrechdampfer bei dem am häufigsten auf dem Weichselstrome vorkommenden Eise ist in elf Arbeitsstunden 2500 m vollständiger Eisaufbruch von Ufer zu Ufer. Dabei pflegt jedes Schiff 15 bis 20 mal in der Stunde gegen die Eisdecke anzulaufen. In sehr starkem Stopfeise kann es wohl vorkommen, dafs die Schiffe elf Arbeitsstunden gebrauchen, um eine Rinne von 300 m Länge und 60 m Breite fertig zu stellen; bei sehr günstigem Eise haben dieselben in gleicher Zeit schon 6000 m Stromstrecke frei gebrochen.

Die Abnutzung der Schiffe und namentlich der Schiffsmaschinen ist erheblich gröfser, als diejenige gewöhnlicher Schlepp- oder Personendampfer. Beschädigungen ersterer Natur kommen aber im allgemeinen selten vor. Nur im Winter 1885/86 sind wiederholt Schraubenwellen gebrochen, weshalb seit jener Zeit jedes Schiff neben der schon früher beschafften Ersatzschraube auch eine Ersatzwelle mit sich führt.

Es ist im Jahre 1882 versucht worden, das den Strom herabtreibende Grundeis mittels des Dampfers Weichsel dauernd in Bewegung zu erhalten, um dadurch den Eisstand, wenigstens zwischen Neufähr und Pieckel, zu verhindern. Der Versuch mufste aber bald aufgegeben werden, da das Schiff nach kurzer Fahrt so dicht mit dem schlammigen Grundeise bepackt war, dafs es seine Steuerfähigkeit verlor und die Wirkung der Schraube schliefslich kaum noch zu bemerken war. Der Dampfer konnte es unter diesen Umständen nicht verhindern, dafs das Eis etwas unterhalb zum Stillstand kam, und mufste in den Hafen geschafft werden, um nicht selbst im Strome einzufrieren. Noch oft ist dieser Versuch auch mit den anderen Schiffen wiederholt worden; es hat sich aber immer wieder gezeigt, dafs der im Eisgange arbeitende Dampfer vielfacher Beschädigung preisgegeben ist und auf die Bildung der Eisdecke ohne jeden Einflufs bleibt.

Schliefslich mag hier noch ein anderer, mit dem Dampfer Weichsel ausgeführter Versuch erwähnt werden, welcher, wenn er ein besseres Ergebnifs geliefert hätte, vielleicht zu einem anderen System der Eisbrecher geführt hätte. Man verlegte, am Ende der bis Pieckel freigebrochenen Rinne beginnend und genau dem vorher sorgfältig ausgepeilten Stromstriche folgend, eine etwa 300 m lange Kette auf der Eisdecke. Das eine Ende derselben wurde an einem ins Eis geschlagenen schweren Anker befestigt, das andere Ende auf die Dampfwinde des vor dem Eise liegenden Dampfers Weichsel genommen. Man wollte versuchen, ob es möglich sei, das Schiff mittels der Dampfwinde an der Kette ebenso stetig durch das Eis vorwärts zu bewegen, wie es bei den von Menschen gezogenen Eisbrechschlitten der Fall war. Das Ergebnifs war ein sehr ungünstiges, indem das Schiff trotz kräftigster Unterstützung durch die Schraube nach einstündiger Arbeit kaum 20 m weit in ein etwa 40 cm starkes Kerneis ohne Untereis eingedrungen war und die beim Auffahren der Schiffe mittels Anlaufes stets eintretenden seitlichen Risse hier gänzlich fehlten.

3. Allgemeines über die Anordnung und Ausführung der Eisbrecharbeiten und Zusammenstellung der Kosten vom Jahre 1860 bis zum Jahre 1887.

Beim Erscheinen des ersten Grundeises im November bezw. December jedes Jahres verlassen zwei Eisbrechdampfer, gewöhnlich Weichsel und Ferse, die Liegestelle bei Plehnendorf, gehen über See nach Neufahrwasser und bleiben dort zur Verfügung, bis sich die Bildung der Eisdecke im unteren Strome vollzogen hat. Meistens tritt der Eisstand zuerst zwischen Bohnsack und Plehnendorf ein und es bleibt der Strom von oberhalb Plehnendorf abwärts eisfrei. Es kommt aber auch vor, dafs das Eis sich erst unterhalb der Plehnendorfer Liegestelle festsetzt. Während im ersten Falle die nach Neufahrwasser entsandten Schiffe sofort wieder über See nach Plehnendorf zurückkehren, müssen sie im anderen Falle die Eisdecke bis zur Einfahrt in die Liegestelle aufbrechen und sie erwarten dann dort gemeinsam mit den anderen beiden Schiffen den Befehl zum Beginn des eigentlichen Eisaufbruches.

Wie oben schon erwähnt, besteht seit 1879 für die Inangriffnahme, Ausführung und schliefsliche Kostenvertheilung der Eisbrecharbeiten ein Regulativ, dessen wesentlichste Bestimmungen hier mitgetheilt werden mögen.

Die Leitung der Eisbrecharbeiten erfolgt im Auftrage und nach Anweisung der Königlichen Strombauverwaltung durch die Beamten derselben, welche ausschliefslich alle Anordnungen zur Ausführung dieser Arbeiten zu treffen und durchzuführen haben. Dieselben sind hierbei lediglich der Aufsicht ihrer vorgesetzten Dienstbehörde unterstellt. Den betheiligten Deichverbänden steht die Mitwirkung bei der Leitung und Ausführung des Eisaufbruches nicht zu; Anträge derselben in betreff der Art und Weise der Ausführung sollen jedoch möglichst berücksichtigt werden.

Sobald die Strombauverwaltung Veranlassung findet, die Eisbrecharbeiten einzuleiten, oder von einem der betheiligten Deichverbände bei der Strombauverwaltung hierauf angetragen wird, werden die Bevollmächtigten dieser Deichverbände, und zwar:

1. des Danziger Werders,
2. des grofsen Marienburger Werders,
3. der rechtsseitigen Nogat-Niederung,
4. der Danziger alten Binnen-Nehrung,
5. der Falkenauer Niederung,

letztere bezüglich der Stromstrecke Neufähr bis Barendter Wachtbude ohne Stimmrecht, zu einer Berathung unter dem Vorsitz des Chefs der Strombauverwaltung zusammen berufen.

Beantragen bei dieser Berathung auch nur zwei der oben unter 1 bis 3 benannten Deichverbände den Eisaufbruch überhaupt oder auf einer bestimmten Stromstrecke, so ist die Strombauverwaltung befugt, unter Heranziehung sämtlicher, also auch der nicht zustimmenden, bezw. bei der Berathung nicht vertretenen Deichverbände zu den Kosten der Eisbrecharbeiten, dem Antrage gemäfs zu verfahren. Es bleibt dies jedoch in ihr Ermessen gestellt, sodafs sie selbst in dem Falle, wenn die Bevollmächtigten des Danziger Werders, des grofsen Marienburger Werders und der rechtsseitigen Nogat-Niederung sich dafür aussprechen, nicht verpflichtet ist, damit vorzugehen.

Wenn auf Grund der bei der Einleitung des Eisaufbruches stattgefundenen Berathung dieser nur auf einer bestimmten Stromstrecke vorgenommen wird, so ist, falls auf Anregung der Strombauverwaltung oder auf Antrag eines der betheiligten Deichverbände eine weitere Fortsetzung des Eisaufbruches eintreten soll, darüber eine neue Berathung in gleicher Weise und mit gleicher Wirkung, wie die vorerwähnte, herbeizuführen.

Für die Stromstrecke oberhalb der Barendter Wachtbude bis hinauf zum oberen Kopfe des Pieckeler Canales nehmen jedoch der Deichverband des Danziger Werders und derjenige der Danziger alten Binnen-Nehrung an der Berathung nicht Theil, dafür tritt die Falkenauer Niederung mit Stimmrecht ein. Für die Stromstrecke vom oberen Kopfe des Pieckeler Canales aufwärts tritt an die Stelle der unter 1 bis 4 obengenannten Deichverbände der Deichverband der Marienwerderschen Niederung, welche bei weiterer Fortführung des Eisaufbruchs mit der Falkenauer Niederung allein betheiligt ist.

Die Strombauverwaltung ist befugt, auf den Antrag von zwei der hiervor unter 1 bis 5 genannten Deichverbände mit den Eisbrecharbeiten, unter Betheiligung der Deichverbände an den Kosten, sofort vorzugehen, ohne die durch das Regulativ vorgeschriebene Berathung und deren Ergebnifs abzuwarten; sie ist jedoch verpflichtet, binnen sechs Tagen nach Einleitung des Eisaufbruches die Berathung der Bevollmächtigten der Deichverbände herbeizuführen. Geschieht dieses nicht, oder wird nach dem Ausfall der Berathung der weitere Eisaufbruch nicht auf Grund des Antrages zweier der oben unter 1 bis 3 bezeichneten Deichverbände beschlossen, so können die Deichverbände nur zu den innerhalb der ersten acht Tage von dem Beginn der Arbeiten ab entstandenen Kosten herangezogen werden.

Von den gesamten durch den Eisaufbruch verursachten Kosten, einschliefslich der Kosten für die Offenhaltung der freigebrochenen Rinne, trägt der Staat zwei Drittel, während die Deichverbände ein Drittel zu übernehmen haben. Zu diesem Drittel leisten die betheiligten Deichverbände die nachstehenden Beiträge zu je 1000 ℳ:

A. für die Stromstrecke von der Ausmündung in die See bis zur Barendter Wachtbude herauf der Deichverband

1. der Danziger alten Binnen-Nehrung . . .	8 ℳ,
2. des Danziger Werders	259 ℳ,
3. des grofsen Marienburger Werders . . .	538 ℳ,
4. der rechtsseitigen Nogat-Niederung . . .	195 ℳ,
Summe	1000 ℳ;

B. für die Stromstrecke von der Barendter Wachtbude bis zum oberen Kopfe des Pieckeler Canales hinauf der Deichverband

1. des grofsen Marienburger Werders . . .	609 ℳ,
2. der rechtsseitigen Nogat-Niederung . . .	346 ℳ,
3. der Falkenauer Niederung	45 ℳ,
Summe	1000 ℳ

Das Regulativ ist aufgehoben, wenn zwei der drei grofsen Deichverbände bei der Strombauverwaltung die Auflösung desselben mit einjähriger Kündigungsfrist beantragen.

Diesen Bestimmungen des Regulativs bleibt noch hinzuzufügen, dafs zum Klarwerden über die Nothwendigkeit einer gröfseren oder geringeren Beschleunigung des Eisaufbruches die Stärke der Eisdecke jährlich durch Aufnahme von Längs- und Querprofilen genau festgestellt und in graphischer Darstellung der im Regulativ vorgesehenen Berathungen zu Grunde gelegt wird. Soweit es ohne Bedenken bezüglich der rechtzeitigen Durchführung des Eisaufbruches geschehen kann, wird derselbe möglichst spät begonnen, um den Bewohnern des Werders für den Absatz ihrer Bodenerzeugnisse bezw. die Heranschaffung von Holz und Kohlen usw. die Benutzung der Eisdecke thunlichst lange zu erhalten.

Die Kosten der in dem Zeitraume vom Jahre 1860 bis zum Jahre 1887 ausgeführten Eisbrecharbeiten sind mit gleichzeitiger Angabe der Arbeitsleistung nebenstehend übersichtlich zusammengestellt.

Vor dem Jahre 1885 ist die ganze getheilte Weichsel danach nur einmal auf volle Strombreite freigebrochen worden, und zwar im Jahre 1877. Der Aufbruch kostete mehr, als fünfmal so viel wie der theuerste, nur durch Dampfer ausgeführte, im Jahre 1887. Allerdings war die Eisdecke im Jahre 1877 ganz aufsergewöhnlich stark zusammengeschoben, sodafs sie sich in neuerer Zeit nur noch mit derjenigen aus dem für die Weichsel-Niederungen so verhängnifsvoll gewordenen Jahre 1855 in Vergleich stellen liefse.

Für die Berechnung der Durchschnittskosten des Eisaufbruches mittels der Dampfer von Neufähr bis Montauerspitze, bis zu welchem Orte wegen des neuerdings dort eingerichteten Hafens die Eisbrecharbeiten gewöhnlich ausgedehnt werden, sind die Jahre 1885, 1886 und 1887 ganz besonders geeignet. Im Jahre 1885 war das Kerneis schwach und Untereis nur in

Kosten der vom Jahre 1860 bis zum Jahre 1887 ausgeführten Eisbrecharbeiten.

Laufende Nr.	Der Eisaufbruch					Außer den jährlichen Betriebskosten sind einmalige Ausgaben entstanden und nach Maßgabe des Regulativs vom Jahre 1879 aufgebracht		Bemerkungen.
	ist ausgeführt				hat gekostet			
	im Anfang des Jahres	bis	auf eine Breite von etwa m	durch	ℳ	für	ℳ	
1	1860	Montauerspitze und zwar bis Rothebude bis Palschau bis Montauerspitze	 150 38 30	Pulver	66 067	—	—	Die Arbeit ist auf Staatskosten ausgeführt.
2	1870	3 km unterhalb Dirschau und zwar bis Heringskrug bis unterhalb Dirschau	 200 40	Pulver	99 405	—	—	Die Deichverbände haben zu den Kosten die Summe von 36000 ℳ beigetragen.
3	1875	Palschau und zwar bis Rothebude bis Palschau	 150 60	Pulver	120 649	—	—	Die Deichverbände haben zu den Kosten die Summe von 51862 ℳ beigetragen.
4	1877	Rudnerweide und zwar bis Montauerspitze bis Rudnerweide	 250 50	Pulver	330 023	—	—	Die Deichveränd haben zu den Kosten dis Summe von 88767 ℳ beigetragen.
5	1879	kurz unterhalb Dirschau	150	Pulver und 2 Schlitten	64 838	—	—	Von diesem Jahre ab ist die Bezahlung der Eisbrechkosten auf Grund des, allerdings erst am 4. September 1879 bestätigten Regulativs für die Ausführung von Eisbrecharbeiten in der Weichsel erfolgt.
6	1880	Pieckel	150	Pulver und 3 Schlitten	143 117	—	—	—
7	1881	Pieckel	150	Pulver, 2 Schlitten u. den Dampfer Weichsel	59 472	den Dampfer Weichsel	69 700	—
8	1882	Es fanden nur Aufräumungsarbeiten an der Mündung statt	—	den Dampfer Weichsel	5 820	die Liegestelle bei Plehnendorf den Dampfer Montau	2 170 105 300	—
9	1883	Rudnerweide	200	Pulver, 2 Schlitten u. die Dampfer Weichsel und Montau	97 893	—	—	Der Aufbruch der Eisdecke wurde auf Kosten der Marienwerderschen Niederung noch bis Kurzebrack fortgesetzt und zwar in etwa 60 m breiter Rinne.
10	1884	Dorf Einlage unterhalb des Danziger Hauptes	150	die Dampfer Weichsel und Montau	19 773	die Liegestelle bei Plehnendorf die elektrische Beleuchtung d. Dampfer Weichsel und Montau	873 10 311	In der Summe von 19773 ℳ sind 11629 ℳ Ausbesserungskosten der im Jahre 1883 im starken Packeise sehr beschädigten Schiffe enthalten.
11	1885	Montauerspitze	200 bis 250	die Dampfer Weichsel, Montau, Ossa und Ferse	15 021	die Liegestelle bei Plehnendorf den Dampfer Ferse	18 587 62 000	—
12	1886	desgl.	250	desgl.	33 382	das Casernenschiff Radaune den Dampfer Ossa die Liegestelle bei Plehnendorf die elektrische Beleuchtung auf Ossa und Ferse	28 000 110 000 4 068 9 620	—
13	1887	desgl.	250	desgl.	60 134	die Fernsprechleitung von Dirschau bis Plehnendorf	7 506	In der Summe von 60134 ℳ sind 13633 ℳ für Ausbesserung der im Jahre 1886 stark beschädigten Schiffe, für Beschaffung der Ersatz-Schraubenwellen und für neue Compaßeinrichtungen auf allen Schiffen enthalten.

geringem Maße vorhanden; im Jahre 1886 verursachten bei nicht zu starkem Kerneise gewaltige Massen Untereis sehr große Schwierigkeiten; im Jahre 1887 endlich zeigte sich neben starkem Kerneise recht viel Untereis, auch führte der sehr niedrige Wasserstand im Strome zu manchen Unzuträglichkeiten.

Die Kosten für den Betrieb, wie für die vollständige Unterhaltung der vier Dampfschiffe, einschließlich des Casernenschiffes

Radaune, betrugen in den drei Jahren zusammen 108537 ℳ, mithin für ein Durchschnittsjahr 36179 ℳ

Die Verzinsung der in der vorletzten Spalte der Kosten-Zusammenstellung aufgeführten Summe, mit Ausnahme derjenigen für die Fernsprechleitung, welche bei Berechnung der jährlichen Durchschnittskosten für den Eisaufbruch mittels der Dampfer nicht in Betracht kommt, da diese Leitung auch angelegt worden wäre, wenn jetzt noch lediglich Pulversprengungen stattfänden, erfordert, bei einem Zinssatze von 4 pCt., jährlich die Summe von $420629 \cdot 0{,}04 = 16825$ ℳ

Nach der bisher beobachteten Abnutzung kann man annehmen, dafs die Eisbrechdampfer durchschnittlich je 15 Jahre betriebsfähig bleiben werden. Es beträgt dann diejenige Summe, welche jährlich auf Zinseszins angelegt werden mufs, um nach 15 Jahren den Betrag zum Bau neuer Schiffe zu liefern, bei einem Zinssatze von 4 pCt. und dem Neubauwerthe der Dampfschiffe von 366931 ℳ, worin die Kosten der elektrischen Beleuchtung mit enthalten, diejenigen für Anschaffung des Casernenschiffes Radaune aber wegen der äufserst geringen Abnutzung desselben nicht mit aufgenommen sind,

$$\frac{366931 \cdot (1{,}04 - 1)}{1{,}04^{15} - 1} = 18347 \text{ ℳ}$$

Tilgung und Zinsen geben mithin die Summe

von $18347 + 16825 = 35172$ ℳ für ein Jahr.

Da alle vier Schiffe je nach Bedarf mehr oder weniger im Sommer zu Banzwecken Verwendung finden, würden auf Eisbrechfonds nur zwei Drittel dieser Summe übernommen werden können, sodafs die Gesamtkosten des Eisaufbruches mittels der Dampfer im Durchschnitt jährlich $= 36179 + \frac{2}{3} \cdot 35172 = 59627$ ℳ betragen. M. Görz.

Hafenanlage bei Oppeln.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 50 bis 52 im Atlas.)

Oberhalb Oppeln und in unmittelbarer Nähe dieser Stadt liegt in der Oder, wie aus dem Lageplan auf Blatt 50 zu ersehen, das sogenannte grofse Oderwehr, bestehend aus einem an das rechte Ufer sich anschliefsenden 133,5 m langen festen Theile mit der Fachbaumhöhe 150,04 m und einem an das linke Ufer sich anschliefsenden 16,1 m langen Nadelwehre mit der Fachbaumhöhe 148,80 m. Bei niedrigem Wasserstande beträgt der Stau dieses Wehres 1,70 m, bei sehr hohen Wasserständen nur 0,10 m. Auf dem linken Stromufer, etwa 1700 m oberhalb des Wehres, zweigt sich ein 2800 m langer Stromarm, die sogenannte Winske ab, welcher etwa 600 m unterhalb des Wehres wieder in die Oder einmündet und mit sehr gutem Erfolge als Schiffahrtsstrafse ausgebildet ist, um die Wehrspannung ohne die Vermittlung einer Schiffsschleuse zu umgehen. Auf dem rechten Stromufer, unmittelbar vor dem grofsen Wehre, zweigt sich ein zweiter Stromarm, der sogenannte Oppelner Mühlgraben ab, dessen 1500 m langes, durchschnittlich 35 m breites Bett die auf dem rechten Ufer hochwasserfrei liegende Stadt Oppeln und die dortigen Bahnhofsanlagen begrenzt, während auf dem linken Ufer das durch Deichanlagen gegen Hochwasser geschützte Insel- und Landhaus-Städtchen Wilhelmthal sich befindet.

In diesem Mühlgraben, etwa 200 m von der unteren Mündung entfernt, befand sich bis zum Jahre 1884 ein hölzernes Mühlwehr nebst Mühlgerinne, wodurch von dieser Seite der Eingang in den oberen Theil des Mühlgrabens für Schiffe gesperrt war. Der Eingang durch die obere Mündung des Mühlgrabens war bei niedrigen Wasserständen gleichfalls unmöglich, weil die aus Kalkfels bestehende Stromsohle vom Oderwehre bis zur oberen Mündung der Winske zu hoch liegt. So konnten die Schiffe nur selten in den zur Ueberwinterung und zur Verladung von Eisenbahngütern günstig gelegenen Mühlgraben einlaufen, und die eingelaufenen Schiffe schwebten in der Gefahr, bei fallendem Wasser Wochen und Monate lang von der Oder abgesperrt zu werden. Die in Oppeln überwinternden Schiffe waren auf den engen Raum des Mühlgrabens unterhalb des Mühlwehrs, im übrigen aber auf den Stand im freien Strome angewiesen.

Der Mangel eines Winterhafens war mit der fortschreitenden Stromregulirung und Wiederbelebung der Schiffahrt mehr und mehr fühlbar und unerträglich geworden, als im Jahre 1882 ein Zufall, der Brand der im staatlichen Besitze befindlichen Oppelner Odermühle, den Gedanken der Herstellung eines Winterhafens im oberen Theile des Mühlgrabens seiner Verwirklichung entgegenführte. Auf den Wiederaufbau der bis auf die Mühlgerinne ausgebrannten Mühle wurde staatlicherseits verzichtet, und dadurch einerseits die für die Hafenanlage nothwendige Verfügung über die Höhe des Wasserstaues, andererseits die Möglichkeit gewonnen, durch Beseitigung des Mühlgerinnes den für die Erbauung einer Schiffsschleuse erforderlichen Raum ohne nachtheilige Beschränkung der Vorfluth zu schaffen. Hiermit waren die hauptsächlichen Schwierigkeiten, welche der Herstellung eines Hafens im oberen Theile des Oppelner Mühlgrabens entgegengestanden hatten, hinweggeräumt.

Die zu dieser Hafenanlage erforderlichen Bauausführungen haben in den Jahren 1884 bis 1886 stattgefunden und sind im wesentlichen folgende gewesen:

1. die Herstellung einer Schleuse zur schiffbaren Verbindung des Unterwassers mit dem Oberwasser des Mühlwehres, sowie die Herstellung der anschliefsenden massiven Bekleidungen des linksseitigen Ufers bis zu den beiden zunächst liegenden Strafsenbrücken;
2. Neubau des baufälligen hölzernen Mühlwehres in Stein und Eisen unter Beseitigung des anschliefsenden Mühlgerinnes, wobei zur besseren Spülung des Mühlgrabens in das feste Wehr ein Trommelwehr eingefügt wurde;
3. die Herstellung von vier Eisbrechern in der oberen Mündung des Mühlgrabens, um dem letzteren einen gröfseren Schutz gegen den Eisgang der Oder zu gewähren;
4. die Vertiefung der Sohle sowie die ordnungsmäfsige Herstellung und Befestigung der Ufer des Mühlgrabens;
5. die Hebung der für den unbehinderten Durchgang der Schiffe zu niedrig liegenden Brücken.

Die Schiffsschleuse.

Die Lage der Schiffsschleuse am linken Ufer war durch das Schiffahrtsbedürfnifs, ihr Abstand vom rechten Ufer durch

die für die Vorfluth erforderliche Länge des anschliefsenden neuen Wehres bedingt. Die Schleuse ist einschiffig, 7,5 m weit, 61,6 m zwischen den Drempelspitzen lang, auf Kalkfelsen gegründet, dessen wenig wetterbeständige und klüftige Beschaffenheit jedoch eine Ausmauerung der Häupterböden erforderlich machte. Die Drempel liegen 146,68 m über N. N., d. i. 1,26 m unter dem gemittelten niedrigsten Unterwasserstande, die Oberkante der Schleusenmauern sowie der Uferbekleidungen in der Höhe des höchsten Wasserstandes = 153,28 m über N. N. Das Mauerwerk der Schleuse ist aus Krappitzer Kalksteinen, zum Theil in verlängertem, zum Theil in reinem Cementmörtel, in den sichtbaren Aufsenflächen werksteinartig in 12 bis 20 cm starken Schichten, hergestellt. Zu den Drempeln, Wendenischen und Treppen ist Granit, zu den Deckplatten Sandstein, zur Uebermauerung der Häupterböden und zu den Innenflächen der Canäle, Einsteigeschächte usw. Klinker verwendet. Die Thore sind von Schmiedeeisen mit eichenen Einlagen zu den Wendesäulen, Schlagsäulen und Schlagschwellen und mit schmiedeeisernen Klappschützen versehen. Ursprünglich waren zur Füllung der Schleuse Umläufe und die von dem Unterzeichneten bei der Bürgerwerderschleuse in Breslau angewendete Stöpselsteuerung (Zeitschrift für Bauwesen 1880, S. 157) vorgesehen, welche letztere zu ihrer Bedienung nur etwa ein Drittel der Zeit und Arbeit erfordert, welche die Bedienung der Klappschütze beansprucht. Bei der Ausführung wurde jedoch hiervon abgesehen, um den für die Herstellung der Umläufe erforderlichen tieferen Ausbruch des stark wasserführenden Kalksteins zu vermeiden.

Die Anwendung voller hölzerner Wendesäulen wurde der in neuerer Zeit vielfach üblichen Anwendung von Stützwinkeln sowohl der Einfachheit wegen als auch aus dem Grunde vorgezogen, weil die durch die Stützwinkel bedingte besondere Schlagleiste einen ungünstigen Druck auf die spitzwinklige Mauerecke hinter der Wendenische ausübt, welcher erfahrungsmäfsig diese Ecke zu beschädigen vermag. Die Halsanker der Thore bestehen aus je vier durch Niete mit einander zu einem wagerechten Rahmen verbundenen Winkeleisen, welche ohne Ankersplinte vermauert sind. Zur Bewegung der Thore wurde die bei der Bürgerwerderschleuse in Breslau zuerst ausgeführte verbesserte Zahnstange mit fester Leitrolle angewendet, welche nach angestellten Versuchen den Thoraufzug leichter und rascher bewirkt, als der in der Neuzeit häufig wieder benutzte, mit Gegengewichten versehene Drehbaum.

Die in der Schleusenkammer eingemauerten gufseisernen Schiffshalterkästen haben eine muldenförmig ausgerundete Form erhalten, welche das Durchstecken der Schiffstane erleichtert. Im übrigen sind die an die Schleuse in halbfacher Anlage sich anschliefsenden Ufermauern, wie die Schleuse, aus Krappitzer Kalkstein und Cementmörtel (die sichtbare Aufsenfläche jedoch nur rauh bearbeitet) hergestellt und liegen mit ihrer Fufslinie auf Schiffslänge in der inneren Fluchtlinie der Schleusenmauern.

Das Wehr.

Das an die Schleuse rechtwinklig sich anschliefsende, auf Blatt 51 und 52 dargestellte Wehr hat eine Gesamtlänge von 38,5 m, von welcher 8,98 m auf das von der Schleuse 9,01 m entfernte Trommelwehr mit der Fachbaumhöhe 148,83 m entfallen, während es im übrigen Theil der Länge als festes Wehr mit fast senkrechter Stauwand und der Fachbaumhöhe 150,40 m hergestellt ist. Es ist, wie die Schleuse, auf Kalkfels gegründet und ebenso von Krappitzer Kalksteinen und Cementmörtel erbaut; die Deckplatten sowie die Lagersteine des Trommelwehres sind aus Granit, der übrige Theil der Wehrkrone, sowie die Innenflächen der Zuleitungscanäle und der Wehrkammer in Klinkern hergestellt. Die Wehrkammer hat, wie bei dem Charlottenburger Trommelwehr, einen 3 cm starken Cementputz erhalten. Im übrigen ist die Anordnung des Trommelwehres derjenigen ähnlich, welche bei der etwas später ausgeführten Main-Canalisirung Anwendung gefunden hat und in der Zeitschrift für Bauwesen 1888, S. 29 bis 35 beschrieben ist. Insbesondere sind die daselbst auf Seite 30 hervorgehobenen Verbesserungen in der Form und Stellung der Klappenarme, in der Lagerung der Achsen, in der Abdeckung der Wehrkammer, in der Beseitigung des seitlichen Anschlages der oberen Klappe zuerst bei dem Oppelner Trommelwehr eingeführt worden, ebenso wie die vereinfachte Steuerung durch einen Vierweghahn zuerst in Oppeln und demnächst, jedoch mit veränderter Achsenstellung, in Charlottenburg Anwendung gefunden hat.

Die feste Lagerung der Klappenachse, welche sowohl bei dem Charlottenburger Wehre, als bei den Wehren der Main-Canalisirung besondere Schwierigkeiten bereitet hat, ist bei dem Oppelner Wehre dadurch wesentlich vereinfacht worden, dafs die Gröfse der Hinterkammer auf das zulässige Mafs beschränkt worden ist.

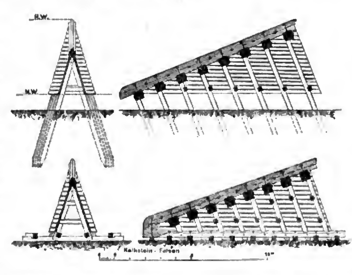
Die Wasserzuführung hinter den Unterflügel der Klappe erfolgt durch einen unter dem Abfallboden des Trommelwehres liegenden Canal mittels vier Verbindungsschlitze von 0,10 bis 0,20 m Breite, ohne das Mauerwerk, auf welchem die Klappenachse lagert, in nennenswerther Weise zu schwächen.

Der Steuerhahn besteht aus einer auf einer schmiedeeisernen Achse befestigten gufseisernen Drosselklappe mit angegossenen, kreisrund abgedrehten Scheiben, welche in den passend ausgedrehten Boden- und Deckenöffnungen des gufseisernen, den Vereinigungspunkt der gemauerten Canäle darstellenden Gehäuses mit geringem Spielraum sich bewegen, sodafs bei der Drehung des Hahnes nur die Reibung in dem Spurzapfen der Welle zu überwinden ist, selbst wenn der Hahn im Laufe der Zeit infolge der Abnutzung des Zapfens sich senkt. Dieser letztere Umstand sowie der vereinfachte Anschlufs der von dem Steuerhahn ausgehenden vier Canäle sind als Vortheile der senkrechten Achsenstellung des Steuerhahnes gegenüber der bei der Main-Canalisirung und bei dem Charlottenburger Wehre vorgezogenen wagerechten Achsenstellung zu bezeichnen. Durch die Höhlung des Hahnes steht der Raum über seiner Decke mit dem Raume unter seinem Boden in Verbindung, sodafs ein einseitiger, die Bewegung erschwerender Wasserdruck auf den Hahn nicht ausgeübt werden kann. Die Achse des Hahnes endigt auf der Oberfläche der Schleusenmauer in einen mittels Gelenk befestigten kurzen Hebel, welcher zur Drehung und durch Einklinken in den auf dem Deckel des Einsteigeschachtes angegossenen Zahnkranz zur beliebigen Einstellung des Hahnes dient. Der letztere kann zum Zweck einer Besichtigung oder Instandsetzung ohne Lösung irgend einer Befestigung aus dem Gehäuse herausgezogen werden. Um eine nachtheilige Ablagerung von Unreinigkeiten auf dem Boden des Gehäuses zu verhindern, befinden sich in diesem Boden zwei kleine Oeffnungen, welche auch durch das Mauerwerk bis in den unter dem Ge-

häuse befindlichen Canal hindurchgehen und so eine wirksame Spülung des Bodens veranlassen.

Ein Luftcanal zum Auslassen der Luft aus der Vorderkammer des Wehres, wie solche bei den Mainwehren vorgesehen ist, wurde nicht angeordnet. Die Anwesenheit von Luft unter der Decke der Wehrkammer hat den Vortheil, dafs dadurch der Stofs gemildert wird, welcher entsteht, wenn das in den Betriebscanälen befindliche Wasser nach erfolgter Aufrichtung oder Niederlegung der Wehrklappe plötzlich in seiner Bewegung gehemmt wird. Dieser Stofs, welcher um so heftiger ist, je länger die Betriebscanäle sind und je rascher dieselben durchströmt werden, verursacht eine nicht unerhebliche Erhöhung des Druckes in der Wehrkammer, und es ist daher rathsam, die Geschwindigkeit der Bewegung der Klappe nicht unnöthig zu vergröfsern, namentlich wenn, wie bei dem Oppelner Trommelwehre, die Betriebscanäle sehr lang sind. Aus diesem Grunde rechtfertigt sich bei dem Oppelner Trommelwehre auch die Weglassung der Canäle, welche bei den Mainwehren und bei dem Charlottenburger Wehre zu dem Zwecke angelegt worden sind, eine Verdichtung bezw. Verdünnung der Luft in dem Raume zwischen dem Oberflügel und dem überfallenden Wasserstrahl zu verhindern und dadurch die Bewegung der Klappe zu beschleunigen.

Gegen das Eintreiben grober Unreinigkeiten in die Zuführungscanäle ist durch Vergitterung der Einlafsöffnungen und durch Einsetzen eines feinmaschigen Drahtgitters in den im Oberwasser liegenden Einsteigeschacht Vorsorge getroffen. Zur unschädlichen Ablagerung und Abführung von Schlamm ist in der Wehrkammer eine Schlammrinne angebracht, welche, sobald das Wehr geschlossen ist, durch den Anschlag des Unterflügels an die granitene Schlagschwelle in eine abgeschlossene Röhre verwandelt und fortwährend von Wasser durchströmt wird, welches durch eine kleine Oeffnung an der rechtsseitigen unteren Ecke des Unterflügels in die Rinne eintritt und am linksseitigen Endpunkte der Rinne durch eine 3 cm weite, am Wehrpfeiler aufsteigende und in das Unterwasser ausmündende schmiedeeiserne Röhre abgeführt wird. Der Wasserausflufs aus dieser Röhre wird nur unterbrochen während des Aufrichtens der Klappe, da nur während dieser Zeit in der Schlammrinne Unterwasserdruck herrscht.



Diese sehr einfache Spülvorrichtung hat zwar seit zwei Jahren ihren Zweck erfüllt, es ist aber wiederholt vorgekommen, dafs die untere Mündung des Röhrchens während der Umsteuerung nach längerem Stillstande des Wassers durch den plötzlich und in grofser Menge eintretenden Schlamm sich verstopft hat und durch Einspritzen von Wasser in die obere Mündung gereinigt werden mufste. Dieser Uebelstand würde wahrscheinlich vermieden worden sein, wenn das Röhrchen eine gröfsere Weite, etwa von 5 bis 6 cm, erhalten hätte, was ganz unbedenklich hätte geschehen können.

Zur Spülung der Vorderkammer ist nach dem Vorbilde des Charlottenburger Wehres am unteren Rande des Unterflügels eine Brause angebracht, welche durch zwei zwischen je zwei Klappenarmen liegende Spülcanäle mit zahlreichen kleinen Oeffnungen in der Vorderfläche des Oberflügels in Verbindung steht und daher in Thätigkeit tritt, sobald der Wasserdruck in der Vorderkammer geringer ist als der Druck des Oberwassers, d. i. sobald das Wehr geöffnet wird. Der Zweck dieser Spülvorrichtung wird aber in einfacherer Weise erreicht, wenn zwischen dem Unterflügel der Wehrklappe und der cylindrischen Wand der Wehrkammer ein Spielraum von 1 bis 2 mm hergestellt wird, durch welchen beim Oeffnen des Wehres ein Wasserstrahl in die Vorderkammer dringt. Durch solchen Spielraum wird der auf die Bewegung der Klappe wirkende Druck nur ganz unerheblich geschwächt, aufserdem aber der Vortheil einer leichteren Beweglichkeit der Klappe erreicht.

Die Wellblechdecke der Wehrkammer ist in ihrer Oberfläche mittels Kiesbeton geebnet. Die Wehrarme bestehen aus I-Eisen und sind, wo sie durch das Achsenloch geschwächt werden, mittels laschenartig angenieteter Schmiedestücke verstärkt. Die Fugendichtung zwischen der Wehrklappe einerseits und der Wand und der Decke der Wehrkammer sowie den gufseisernen Achslagern andererseits ist mittels Sohlleder bewirkt, während für den Anschlag des Flügels an die Granitschwellen der Hinterkammer eine Holzleiste angebracht ist. Zum Zwecke des Einsteigens in die Wehrkammer bei erforderlichen Besichtigungen und Ausbesserungen wird, nach Absperrung der Wehröffnung mittels Dammbalken und der Zuleitungscanäle mittels der Schütze, eine Wellblechtafel der Wehrkammerdecke abgehoben, die Kammer ausgepumpt und der Mannlochdeckel im Unterflügel abgenommen.

Das Aufrichten der Wehrklappe dauert vier bis fünf Minuten, das Niederlegen zwei bis drei Minuten.

Die Eisbrecher.

Zum Schutze gegen den Eisgang der Oder sind in der oberen Mündung des Mühlgrabens die im Lageplan, Blatt 50, angedeuteten vier Eisbrecher in rechtwinkligen Abständen von 12 m erbaut worden, wobei von den hier beigefügten Abbildungen die untere, im Centralbl. der Bauverw. 1887, S. 162 u. 163 näher beschriebene Bauweise auf Schwellrost Anwendung gefunden hat.

Die Vertiefung des Mühlgrabens.

Bei der Vertiefung des Mühlgrabens und bei dem Ausbau seiner Ufer war die Sohlentiefe von 1 m am Pegel = 1,12 m unter dem bekannten niedrigsten Wasserstande, die Sohlenbreite von 22 m und zweifache Böschungsanlage herzu-

stellen. Zu diesem Zwecke mufsten 2800 cbm Kalkstein und 12000 cbm Sand beseitigt werden. Der Sand wurde gröfstentheils durch kräftige Spülung mittels des vorher fertig gestellten Trommelwehres beseitigt, im übrigen mittels des Dampfbaggers gefördert und zur Herstellung regelmäfsiger Ufer verwendet. Der ausgebrochene Kalkstein diente zur Beschüttung bezw. Befestigung der Uferböschungen und leistete zu diesem Zwecke vortreffliche Dienste. Der Ausbruch des Kalksteins wurde dadurch wesentlich erleichtert, dafs der Mühlgraben während des niedrigen Wasserstandes mit Hülfe des in der Oder befindlichen Nadelwehres und der Schütze der Schleusenthore fast ganz trocken gelegt werden konnte.

Hebung der Brücken.

Der höchste schiffbare Wasserstand der Oder bei Oppeln liegt bei 3,90 m am dortigen Brückenpegel; dementsprechend haben die Unterkanten der dortigen festen Strombrücken, nämlich der Eisenbahnbrücke und der im Jahre 1886 neu überbauten Strafsenbrücke, die Höhe 7,10 m am Pegel, oder 3,20 m über dem höchsten schiffbaren Wasserstande, erhalten. Diese Höhe mufste auch für die Brücken des Mühlgrabens, wenn dieser seinem Zweck als Hafen entsprechen sollte, für erforderlich erachtet werden. Die über den Mühlgraben führende Eisenbahnbrücke hatte bereits die erforderliche Höhe. Die unterhalb der neuen Schiffsschleuse liegende Strafsenbrücke, deren hölzerner Ueberbau noch zu niedrig liegt, wird im laufenden Jahre einen neuen eisernen Ueberbau in der erforderlichen Höhe erhalten. Es waren daher nur die zu niedrig liegenden Ueberbauten der beiden zunächst oberhalb der Schiffsschleuse liegenden Brücken auf die erforderliche Höhe zu heben. Jede dieser Brücken hat zwei Oeffnungen und massive Pfeiler. Die Hebung ist in der Art bewirkt, dafs die ursprünglich wagerecht liegende Brückenbahn nach dem Mittelpfeiler hin die Steigung 1 : 40 erhalten hat, wodurch in der Nähe des Mittelpfeilers die erforderliche Höhe gewonnen, gleichzeitig aber eine für den Verkehr unbequeme Erhöhung der anschliefsenden Strafsen vermieden wurde.

Kosten.

Die Kosten der gesamten Hafenanlagen haben rund 178500 ℳ betragen. Hiervon entfallen auf die Schiffsschleuse 80185 ℳ, auf die Ufermauern 15959 ℳ, auf die Wehranlage 23850 ℳ und auf die vier Eisbrecher 7982 ℳ.

Die vier Schleusenthore einschliefslich der Schütze und Thorwinden wurden von der Redenhütte bei Zabrze für den Preis von 7947 ℳ, die sämtlichen Eisentheile des Trommelwehres von dem Königlichen Hüttenwerk in Malapane für den Preis von 7750 ℳ (davon 685 ℳ für den Steuerbahn) geliefert und aufgestellt.

Brieg, im Februar 1888. E. Cramer.

Ueber die Beobachtung bleibender Formveränderungen an eisernen Trägerbrücken mittels Höhen- und Wärmemessungen.

Mittheilungen über die Ergebnisse derartiger Messungen an der Rheinbrücke bei **Hüningen.**

(Mit Zeichnungen auf Blatt 53 im Atlas.)

A. Einleitung.

Allgemein werden neuerdings gröfsere eiserne Brücken behufs Feststellung ihrer Tragkraft und Betriebssicherheit in regelmäfsigen Zeitabschnitten einer eingehenden Prüfung und Probebelastung unterworfen. Bei letzterer wird die durch den Belastungszug verursachte elastische Einbiegung der Träger in der Brückenmitte gemessen und die gefundenen Werthe dienen zur Beurtheilung des Gesamtverhaltens der Construction. Stimmen dieselben mit den Ergebnissen angestellter Durchbiegungsberechnungen und früherer Messungen überein, so gilt die Tragkraft der Brücke als unversehrt. Nimmt die Durchbiegung dagegen bei wiederholten, gleichwerthigen Probebelastungen zu, so mufs auf fortschreitende Abnutzung der Construction geschlossen werden. Besonders aber würde hierzu eine nach Entlastung der Brücke beobachtete „bleibende" Einbiegung berechtigen. Auf die Auffindung einer solchen wird daher vor allem Werth gelegt.

Es liegt nun auf der Hand, dafs derartige Formänderungen bei älteren, in der Abnutzung begriffenen Bauwerken nicht allein unter ausnahmsweise schweren Belastungszügen, sondern auch als Folgen des gewöhnlichen Betriebes und des allmählichen Verlustes an tragendem Material durch Rosten entstehen können. Demnach ist die Messung nicht nur einer einzelnen Einbiegung, sondern vielmehr diejenige der Gesamtheit der Formveränderungen zu erstreben. Gelingt es, durch lange fortgesetzte und genaue Beobachtung der unbelasteten Construction das Entstehen und allmähliche Fortschreiten solcher Aenderungen festzustellen, so wird dadurch die sicherste Grundlage zur Beurtheilung des jeweiligen Abnutzungsstandes gewonnen sein, auch könnte aus der Gleichmäfsigkeit oder dem Grade der Beschleunigung, mit welcher die Einsenkung der Brücke zunimmt, schon längere Zeit voraus auf den Zeitpunkt geschlossen werden, an welchem eine vollständige Erneuerung derselben nothwendig wird.

Allerdings scheint die Messung bleibender Formveränderungen gröfsere Schwierigkeiten zu bieten, als diejenige elastischer Durchbiegungen, nicht allein, weil es sich bei ersteren um viel kleinere Mafse handelt, sondern auch infolge der Aufbiegungen beziehungsweise Einsenkungen, welche Wärmeeinflüsse ebenso an Träger-, wie an Bogenconstructionen erzeugen. Wie bei letzteren scheint auch bei ersteren die Wärme des Eisens bis zu einem gewissen Grade für die Höhenlage der Trägermitten mafsgebend zu sein, sei es, dafs aus irgend welchen Gründen der Widerstand der Auflagervorrichtungen gegen die Ausdehnung der Träger mit der Zunahme der Wärme steigt und die Spannungen in den Untergurten verändert, sei es, dafs dafür andere, bisher nicht aufgeklärte Ursachen bestehen.

In der Hauptsache werden aber Formveränderungen der Träger durch Unterschiede in der Wärme einzelner Constructionsglieder, namentlich der Gurtungen erzeugt. Eine Trägerbrücke, deren Untergurte ganz im Schatten der Fahrbahn bleiben, während die Strahlen der Morgensonne die Obergurte nach und nach erwärmen und ausdehnen, krümmt sich unter dieser Einwirkung nicht unbeträchtlich aufwärts. Dabei wird natürlich der Abstand einer in der Brückenmitte angebrachten Höhen-

marke 5 (vergl. Abbildung 1) von der Verbindungslinie zweier Marken 1 und 9 an den Trägerenden wesentlich geändert. Nun bildet die von Zeit zu Zeit wiederholte Messung dieses Abstandes mittels genauen Nivellements die erste Grundlage für die Feststellung von Formänderungen. Aufserdem müssen aber nach Vorstehendem gleichzeitig die beeinflussenden Wärmeverhältnisse durch Thermometerablesungen ermittelt werden.

Mit Hülfe der letzteren sind die Ergebnisse der Höhenmessungen stets in der Weise zu berichtigen, dafs der Abstand der Mittelmarke von der Verbindungslinie der Endmarken in der Nulllage, d. h. bei 0° Wärme, in allen Theilen der Brücke ermittelt wird. Erst der Vergleich dieser umgewandelten Messungsergebnisse würde das Verhandensein bleibender Formveränderungen ergeben können. In welcher Weise die Umwandlung in einem gegebenen Falle zu geschehen hat, wird in den nachstehenden Ableitungen dargethan werden. Bemerkt soll hier noch werden, dafs es wohl wünschenswerth erscheint, neben der Höhenmarke in der Brückenmitte noch weitere, wenigstens die Marken 3 und 7 auf ein Viertel und drei Viertel der Trägerlänge anzubringen. Durch Einmessung der Lage derselben zu der Linie 1 . 9 würde ein Mittel zur Auffindung von Unregelmäfsigkeiten in der Einsenkung der Brücke, vielleicht auch zur Entdeckung einer bestimmten Fehlerstelle gegeben sein. Es mufs hierbei aber doch sehr vorsichtig verfahren werden. Genaue Libellenmessungen ergeben in Uebereinstimmung mit Höhenmessungen, dafs auch die durch Wärmeeinflüsse erzeugten Krümmungen der Träger — wahrscheinlich unter dem Einflusse der Diagonalen — nicht ganz regelmäfsig verlaufen. Letztere sind in beiden Trägerhälften in entgegengesetztem Sinne geneigt. Abwechselnd wird bald die eine, bald die andere Gruppe der Diagonalen vom Sonnenlichte mehr gestreift oder voll getroffen und in ersterem Falle schwächer, in letzterem stärker erwärmt und ausgedehnt. Dabei entstehen unsymmetrische Biegungslinien I und II, wie in Abbildung 2, je nach dem Stande der Sonne. Beim Uebergange aus der Lage I in die Lage II zeigten die an den Trägerenden angebrachten Libellen öfter längere Zeit Drehungen im gleichen Sinne, während sich bei symmetrisch stattfindenden Senkungen oder Hebungen der Träger stets Drehungen in entgegengesetztem Sinne ergeben müfsten. Auf die Bewegungen der Brückenmitte scheinen diese Unregelmäfsigkeiten keinen wesentlichen Einflufs auszuüben.

B. Beziehungen zwischen den durch Höhen- und den durch Wärmemessungen gefundenen Gröfsen.

Nach Vorstehendem kann die Pfeilhöhe der Biegung eines Trägers in der lothrechten Ebene

$$1. \qquad f_t = mt_u + nt$$

gesetzt werden, wenn

t_u die Wärme des Untergurtes in °Cels.,

t_o die Wärme des Obergurtes in °Cels. und

$t = t_o - t_u$ ist.

Der Werth m ist für jeden Träger durch Versuche zu bestimmen, während n annähernd durch Rechnung festgestellt werden kann.

Bei dieser Ableitung wird angenommen, dafs die Krümmung des Trägers symmetrisch zur Brückenmitte und zwar nach einem flachen Kreisbogen erfolgt, wie dies bei durchweg gleicher Wärme in allen Abschnitten desselben Gurtes auch naturgemäfs ist.

Bezeichnen:

l die Stützweite des Trägers,

h die Höhe des Trägers,

ε das Ausdehnungsverhältnifs des Eisens für 1 °C,

so ist nach Abbildung 3 der Halbmesser der Krümmung in der lothrechten Ebene

$r_t = \frac{h}{\varepsilon t}$, und die Pfeilhöhe der durch t erzeugten Krümmung

$nt = \frac{l^2}{8r_t} = \frac{\varepsilon t l^2}{8h}$, woraus

$$2. \qquad n = \frac{\varepsilon l^2}{8h}.$$

Zwei Träger desselben Ueberbaues können sich übrigens nur innerhalb gewisser Grenzen unabhängig von einander biegen.

Betrachtet man eine Brücke von dem Querschnitte in Abbildung 4 mit oberem und unterem Kreuzverbande und gelten die bisherigen Bezeichnungen f_t, t_u, t_o, t und m für den stromauf gelegenen Träger, F_t, T_u, T_o, $T = T_o - T_u$ und M in gleicher Bedeutung für den stromab gelegenen, während n für beide gleich zu setzen ist, so ist

$$f_t = mt_u + nt = mt_u + n\frac{T+t}{2} - n\frac{T-t}{2} \quad \text{und}$$

$$F_t = MT_u + nT = MT_u + n\frac{T+t}{2} + n\frac{T-t}{2}.$$

Vernachlässigt man die Glieder mt_u und MT_u, welche bei gröfseren Werthen von $T-t$ weniger ins Gewicht fallen, so geben die Glieder $n \cdot \frac{T-t}{2}$ die Abweichung beider Träger von der mittleren Höhenlage. Diese Abweichung kann bei gehöriger Verbindung der Träger nur durch eine Verdrehung der Brücke ermöglicht werden, und es ist die Tangente des Verdrehungswinkels α in Abbildung 4

$\operatorname{tg}\alpha = \frac{n}{b}(T-t) = \frac{\varepsilon l^2}{8bh}(T-t)$, wenn b die Entfernung der Hauptträger von einander ist. Ist $T > t$, was z. B. bei gleicher Gröfse von T_u, t_o und t_u und einem gröfseren Werthe von T_o zutrifft, so erfolgt die Drehung nach rechts.

Nun sind die durch die Kreuzverbände gebildeten wagerechten Träger wagerechten Verschiebungen in gleicher Weise unterworfen, wie die Hauptträger lothrechten. Die wagerechte Verbiegung des oberen Trägers hat eine Pfeilhöhe

$$F_w = \frac{\varepsilon l^2}{8b}(T_o - t_o).$$

Für den unteren Träger ist

$$f_w = \frac{\varepsilon l^2}{8b}(T_u - t_u).$$

Die mittlere Verschiebung beträgt

$$\frac{F_w + f_w}{2} = \frac{\varepsilon l^2}{8b} \cdot \frac{T_o + T_u - t_o - t_u}{2}$$

und die Abweichung der Träger von der mittleren Lage

$$\frac{\varepsilon l^2}{8b}\left(\frac{T_o - T_u}{2} - \frac{t_o - t_u}{2}\right) = \frac{\varepsilon l^2}{8b} \cdot \frac{T-t}{2}.$$

Die Tangente des Verdrehungswinkels β (Abbildung 5) ist

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{2}{h} \cdot \frac{\varepsilon l^2}{8b} \cdot \frac{T-t}{2} = \frac{\varepsilon l^2}{8bh}(T-t).$$

Hiernach ist $\beta = \alpha$. Unter denselben Bedingungen nun, unter welchen die Hauptträger eine Rechtsdrehung der Brücke erzeugen würden, würden aber die wagerechten Träger eine Linksdrehung bewirken, und sollte somit, da $\alpha = \beta$, eine

Drehung überhaupt nicht eintreten. Indessen erfolgt eine solche doch bis zu einem gewissen Grenzwerthe und wird vielleicht durch die nicht genügende Anspannung der Windkreuze, oder durch die Biegsamkeit der Quergebinde der Brücke ermöglicht.

Nach Vorstehendem ist zu setzen:

a) für kleinere Werthe von $T - t$

3. $F_t = MT_u + nT$

4. $f_t = mt_u + nt.$

b) für gröfsere Werthe von $T - t$

5. $$F_t = \frac{MT_u + mt_u + n(T+t)}{2} + C$$

6) $$f_t = \frac{MT_u + mt_u + n(T+t)}{2} - C.$$

Die Werthe M, m und C sind durch Versuche zu bestimmen, der Werth $n = \frac{\varepsilon l^2}{8h}$ ist unter Umständen zu berichtigen. Der wirkliche Werth von n scheint etwas hinter dem berechneten zurück zu bleiben, vielleicht, weil bei der Rechnung die Biegung der Träger und Gurte in wagerechtem Sinne nicht berücksichtigt worden ist.

Die Wärme und Höhenmessungen werden bei jeder Brückenbeobachtung längere Zeit fortzusetzen sein, sodafs eine ganze Reihe von Ablesungen gewonnen wird. Mit Hülfe der Formeln 3 und 4 werden aus den Wärmeunterschieden die entsprechenden Pfeilhöhen F_t und f_t berechnet, und je nachdem sie sich positiv oder negativ ergeben, oberhalb oder unterhalb einer Nulllinie aufgetragen.

In gleichem Mafsstabe werden auch die durch Nivellement gewonnenen Abstände der Mittelmarke von der Verbindungslinie der Endmarken aufgetragen, und werden dann beide Linien parallel gegen einander so verschoben, dafs sie sich thunlichst decken. Die demnächstige Lage der Nulllinie ergiebt sodann den Abstand der Mittelmarke von der Verbindungslinie der Endmarken in der Nulllage, d. h. bei 0° C Wärme aller Gurte.

C. Messungen an der Hüninger Rheinbrücke.

Die Verwaltung der Reichseisenbahnen ist bemüht gewesen, durch Wärme- und Höhenmessungen an dem Ueberbau einer Stromöffnung der Rheinbrücke bei Hüningen die Richtigkeit der vorstehenden Ableitungen zu prüfen und zugleich festzustellen, welcher Grad der Genauigkeit erreichbar ist. Die Ergebnisse zweier am 8. und 9. August 1887, sowie am 11. Februar 1888 vorgenommenen Messungsreihen sollen hier mitgetheilt werden.

Anordnung der Höhenmarken und der Beobachtungsposten.

Der in Frage kommende Brückentheil ist in den Abbildungen 6a und 6b in Ansicht und Grundrifs dargestellt. Die Tragwände haben 72 m Stützweite, 7,2 m Höhe von Mitte zu Mitte Gurtung. Die Entfernung der Tragwände von einander beträgt 4,65 m. Die Brücke ist ziemlich genau von Osten nach Westen gerichtet. Am Westende ruht der beobachtete Ueberbau auf einem breiteren mit Thürmen gekrönten Landpfeiler, am Ostende auf einem nur 3 m breiten Strompfeiler.

An dem stromab gelegenen Träger sind die Höhenmarken 1 und 9 an den Endverticalen, die Marke 5 in der Mitte angebracht. Die Zwischenmarken 3 und 7 sind zwar auch vorhanden, kommen aber vorerst nicht in Betracht. An dem stromauf gelegenen Träger befinden sich die Marken 2 und 10 an den Enden, 6 in der Mitte. Zur Aufstellung der Beobachtungsvorrichtung sind bei a und b auf dem westlichen, sowie bei c und d auf dem östlichen Pfeiler Steinsäulen mit gufseiserner Kopfplatte errichtet und durch kleine Schutzhäuser der Einwirkung von Sonne, Regen und Wind entzogen worden. Die Beobachtungsposten a und b können in den ersten Morgenstunden nicht benutzt werden, weil die Genauigkeit der Fernrohrablesungen durch das Licht der aufgehenden Sonne beeinträchtigt wird.

Der Posten d liegt so nahe an der Höhenmarke 10, dafs eine Beobachtung derselben von d aus unmöglich ist. Zur Aushülfe mufste daher an der 10 zunächst gelegenen Verticalen eine weitere Höhenmarke 8a angebracht werden, welche wenigstens 3,8 m von d entfernt ist. Die Beobachtung derselben ergiebt, wie gezeigt werden wird, die Möglichkeit, die vom Punkte d gewonnenen Messungen so zu vervollständigen, dafs auch aus diesen der Abstand der Marke 6 von der Linie 2 . 10 berechnet werden kann.

Bei gleicher Wärme des Ober- und des Untergurtes denke man sich wie in Abbildung 7a durch 2 und 8a eine Gerade gelegt, welche die Endverticale bei 10 in 8b schneidet. Dabei sei der Abstand der Marke 6

von der Linie 2 . 10 $= -\mathfrak{a}$ und

von der Linie 2 . 8a $= +\mathfrak{b}$;

$-\mathfrak{a}$ und $+\mathfrak{b}$ sind unveränderliche Gröfsen.

Bei zunehmender Wärme des Obergurtes hebt sich die Marke 6 um $\mathfrak{f}$ (siehe Abbildung 7b) und der Punkt 8a, wenn die Krümmung als flacher Kreisbogen oder als Parabel angesehen wird, um

$$\frac{36^2 - 33^2}{36^2} \cdot \mathfrak{f} = \tfrac{23}{144}\,\mathfrak{f}.$$

Bei 6 in der Brückenmitte beträgt hiernach der Abstand der Linien 2 . 8a und 2 . 8b

$$\tfrac{36}{69} \cdot \tfrac{23}{144} \cdot \mathfrak{f} = \tfrac{1}{12}\,\mathfrak{f}.$$

Nun ist der Abstand der Marke 6 von

der Linie 2 . 10, $\mathfrak{A} = -\mathfrak{a} + \mathfrak{f}$

der Linie 2 . 8a, $\mathfrak{B} = +\mathfrak{b} + \tfrac{11}{12}\mathfrak{f}$.

Der Werth $\mathfrak{A} - \tfrac{12}{11}\mathfrak{B} = -\mathfrak{a} + \mathfrak{f} - \tfrac{12}{11}\mathfrak{b} - \mathfrak{f} = -\mathfrak{a} - \tfrac{12}{11}\mathfrak{b}$ ist nun ebenfalls unveränderlich, da es $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{b}$ sind. Ist $\mathfrak{A} - \tfrac{12}{11}\mathfrak{B} = -\mathfrak{a} - \tfrac{12}{11}\mathfrak{b}$ einmal ermittelt, und ist $\mathfrak{A}$ oder $\mathfrak{B}$ durch Höhenmessung bekannt, so kann der fehlende Werth leicht ermittelt werden. Die Messungen vom Beobachtungsposten b aus ergeben immer zusammengehörige Werthe $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$.

Nach Zusammenstellung 2 ergaben im

August 1887	Messung	2:	$\mathfrak{A} = -24{,}95$;	$\mathfrak{B} = +3{,}32$;	$\mathfrak{A} - \tfrac{12}{11}\mathfrak{B} = -28{,}57$ mm,
„ „	„	3:	$\mathfrak{A} = -26{,}50$;	$\mathfrak{B} = +2{,}01$;	$\mathfrak{A} - \tfrac{12}{11}\mathfrak{B} = -28{,}67$ mm,
„ „	„	9:	$\mathfrak{A} = -22{,}60$;	$\mathfrak{B} = +5{,}65$;	$\mathfrak{A} - \tfrac{12}{11}\mathfrak{B} = -28{,}76$ mm,
„ „	„	10:	$\mathfrak{A} = -22{,}80$;	$\mathfrak{B} = +5{,}37$;	$\mathfrak{A} - \tfrac{12}{11}\mathfrak{B} = -28{,}64$ mm,
Februar 1888	„	1:	$\mathfrak{A} = -25{,}38$;	$\mathfrak{B} = +3{,}05$;	$\mathfrak{A} - \tfrac{12}{11}\mathfrak{B} = -28{,}71$ mm,
„ „	„	2:	$\mathfrak{A} = -24{,}85$;	$\mathfrak{B} = +3{,}56$;	$\mathfrak{A} - \tfrac{12}{11}\mathfrak{B} = -28{,}73$ mm,
„ „	„	4:	$\mathfrak{A} = -25{,}30$;	$\mathfrak{B} = +3{,}23$;	$\mathfrak{A} - \tfrac{12}{11}\mathfrak{B} = -28{,}82$ mm,
„ „	„	5:	$\mathfrak{A} = -24{,}53$;	$\mathfrak{B} = +4{,}13$;	$\mathfrak{A} - \tfrac{12}{11}\mathfrak{B} = -29{,}04$ mm,
„ „	„	6:	$\mathfrak{A} = -24{,}13$;	$\mathfrak{B} = +4{,}39$;	$\mathfrak{A} - \tfrac{12}{11}\mathfrak{B} = -28{,}92$ mm,
				zusammen	$-258{,}86$ mm.

Aus den neun Messungen ergiebt sich im Mittel

$$\mathfrak{A} - \tfrac{12}{11} \mathfrak{B} = -28{,}76 \text{ mm}.$$

Instrumente zu den Höhenmessungen.

Um die Höhenmessungen mit der genügenden Genauigkeit ausführen zu können, ist für dieselben ein besonderes leistungsfähiges Nivellirinstrument bei dem Mechaniker Ed. Sprenger in Berlin beschafft worden. Eine genaue Beschreibung und eine Abbildung desselben befindet sich im V. Jahrgange des Centralblattes der Bauverwaltung auf Seite 23 bis 25. Zu bemerken ist hier nur noch, dafs nachträglich eine erhebliche Verlängerung des Ocularauszuges stattgefunden hat, um die Höhenmarke 8a trotz der sehr geringen Entfernung noch vom Punkt d beobachten zu können.

Abbildung 8 stellt eine der aus einem gufseisernen Consol mit durchgestecktem Stahlbolzen p bestehenden Höhenmarken und den Nivellirmafsstab dar. Letzterer besteht aus einem 50 cm langen dreiseitigen Messingprisma, ist versilbert und nach Abbildung 9 auf 40 cm Länge getheilt. Eine Theilung nach Abbildung 10 hat sich bei anderen Versuchen allerdings besser bewährt, weil weniger Irrungen in den Ablesungen vorkommen, und doch genügende Genauigkeit erzielt werden kann, obgleich die Theilung in halbe Millimeter fehlt. Am unteren Ende ist der Mafsstab durch eine kleine kreisrunde und ebene Platte begrenzt, welche sich auf den oben kugelförmig abgedrehten, polirten und durch Vergoldung gegen Rost geschützten Stahlbolzen aufsetzt. Am oberen Ende ist der Mafsstab verschieblich und drehbar durch ein Universalgelenk u geführt und stellt sich infolge dessen durch sein Eigengewicht stets genau lothrecht ein. Das Gelenk ist seitlich an einen Messingträger t befestigt, welcher sich mit einer Leiste auf das Consol der Höhenmarke aufsetzt und mittels einer durch den Träger und das Consol durchgesteckten Schraube s befestigt wird.

Während der Nachtstunden mufs der Mafsstab — etwa durch Magnesiumfackeln — grell beleuchtet werden, um bei den gröfseren Entfernungen noch genaue Ablesungen zu ermöglichen.

Jede Ablesung ist doppelt vorzunehmen, das zweite Mal, nachdem das Fernrohr um 180 Grad um seine Längsachse gedreht worden ist. Das Mittel beider Ablesungen ist bei der Auswerthung der Messungsergebnisse zu benutzen, damit kleine Ungenauigkeiten in der Richtigstellung des Fadenkreuzes unschädlich gemacht werden.

Ergebnisse der Höhenmessungen am 8. und 9. August 1887, und am 11. Februar 1888.

Die Zusammenstellung 1 auf Seite 391 und 392 enthält die durch die Höhenmessungen am stromab gelegenen Träger gewonnenen Zahlen. Es sind für jede Höhenmarke die Zeit der Beobachtung und die abgelesenen Höhen, sowie deren Mittel angegeben.

Die letzte Spalte der Zusammenstellung enthält die berechnete Höhe der mittleren Marke 5 über der Verbindungslinie der Endmarken 1 und 9, sowie auch die Hebung oder Senkung der Marke 5 gegen ihre Nulllage, d. h. ihre Lage bei 0° Wärme sämtlicher Gurtungen. Durch Vergleich der Wärme- mit den Höhenmessungen ist in der weiter oben bereits erwähnten Art ermittelt worden, dafs die Marke 5 in der Nulllage 15,53 mm unter der Linie 1 . 9 liegt. Der Unterschied zwischen 15,53 mm und dem bei jeder Messung ermittelten Abstande zwischen 5 und der Linie 1 . 9 giebt die jeweilige Hebung oder Senkung der Brücke.

Die Zusammenstellung 2 auf Seite 393 und 394 betrifft den stromauf gelegenen Träger. Hier ist in der letzten Spalte neben der Höhe über der Linie 2 . 10 auch die Höhe der mittleren Marke 6 über der Verbindungslinie 2 . 8a berechnet, weil mittels derselben bei den unvollständigen Messungen vom Beobachtungspunkte d aus die Höhe über der Linie 2 . 10, wie oben gezeigt, berechnet werden mufste. Der Abstand der Marke 6 in ihrer Nulllage von der Linie 2 . 10 ist zu — 25,50 mm ermittelt worden, und sind danach die Hebungen bezw. Senkungen der Brückenmitte berechnet worden.

Instrumente zu den Wärmemessungen.

Für die Wärmemessungen sind acht Thermometer verwandt worden, welche in der Brückenmitte nach Mafsgabe der Abbildung 11 an den Gurtungen vertheilt werden. Um die Wärme des Eisens thunlichst genau zu messen, wird jedes Thermometer nach Abbildung 12 in einen eisernen, mit Quecksilber gefüllten Behälter getaucht, welcher seitlich einen runden, ebenfalls hohlen Ansatz zeigt. Letzterer wird bei den Messungen durch ein frei gemachtes mit Blei ausgefuttertes Nietloch gesteckt und mittels einer Flügelschraube am Ende des Ansatzes festgehalten. Der eigentliche Behälter q ist äufserlich viereckig gestaltet und mufs fest gegen die lothrechten Gurtplatten anliegen. Das Thermometer, dessen Skala in Fünftel-Grade getheilt ist und Ablesungen bis auf Zehntel-Grade gestattet, wird durch eine in den Eisenbehälter eingeschraubte Holzröhre den Sonnenstrahlen und dem Winde thunlichst entzogen. Ein Schlitz in der Röhre gestattet die Ablesungen, ohne dafs das Thermometer herausgenommen zu werden braucht.

Ergebnisse der Wärmemessungen am 8. und 9. August 1887 und am 11. Februar 1888, sowie Vergleich der Wärme- und Höhenmessungen.

Die Zusammenstellung 3 auf Seite 395 bis 398 enthält in den Spalten 1, 2 und 3 die verschiedenen Beobachtungszeiten, in den Spalten 4, 5, 7, 8, 14, 15, 17 und 18 die Ablesungen an den acht Thermometern, und in den Spalten 6, 9, 16 und 19 die Mittel t^o, t_u, T_o und T_u der zusammengehörigen Ablesungen.

Endlich sind die Werthe $t = t_o - t_u$ und $T = T_o - T_u$, in den Spalten 10 und 20 gegeben.

Um die Wärme- und Höhenmessungen vergleichen zu können, mufsten die Werthe n, M und m der Gleichungen 3 und 4 ermittelt werden. Es ist dabei von der Voraussetzung ausgegangen, dafs die Brücke in der Zeit vom August 1887 bis zum Februar 1888 keine mefsbare Einbiegung erlitten habe.

n war durch Rechnung $= \frac{\varepsilon l^2}{8h}$ gefunden; wonach es sich bei $l = 72$ m, $h = 7{,}2$ und $\varepsilon = 0{,}0000122$ zu 1,1 mm ergeben würde. Indessen giebt der Werth 1 mm bei Anwendung der Gleichungen 3 und 4 bessere Uebeinstimmung mit den Höhenmessungen. M ist $= 0{,}12$ mm, $m = 0{,}03$ mm gefunden.

Hiernach enthält die Zusammenstellung 3 in den Spalten 11 und 21 die Werthe $0{,}03\, t_u$ und $0{,}12\, T_u$ und in den Spalten 12 und 22 nach den Gleichungen 4 und 3 die Werthe $t + 0{,}03\, t_u$ und $T + 0{,}12\, T_u$. Zum Vergleiche sind in den

Spalten 13 und 23 die aus den Tafeln 1 und 2 entnommenen Ergebnisse der zugehörigen Höhenmessungen beigegeben.

Am Vormittage des 9. August treffen die Gleichungen 3 und 4 nicht mehr zu, weil am stromab gelegenen Träger die Wärme des im Schatten der Fahrbahn gelegenen Untergurtes wesentlich hinter derjenigen der übrigen von der Sonne stark bestrahlten Gurtungen zurückbleibt, und dadurch die Werthe $T - T_o - T_u$ und $T - t$ sehr grofs wurden. Hier treten die Gleichungen 5 und 6 in Geltung. Spalte 24 enthält das beiden gemeinsame Glied $\frac{t + 0{,}03\,t_u + T + 0{,}12\,T_u}{2}$ für die Zeit von morgens 7 Uhr 30 Minuten bis Mittag. Die innerhalb dieser Zeit durch Höhenmessung an beiden Tragwänden gefundenen Zahlenwerthe sind in die Spalten 25 und 26 eingerückt. Spalte 27 endlich giebt die durch Interpoliren gefundenen Mafse, um welche die stromauf gelegene Tragwand bezüglich der Hebung der Brückenmitte hinter der stromab gelegenen zurückbleibt.

Diese Mafse „halbirt“ stellen die Werthe C in den Gleichungen 5 und 6 dar.

Zur besseren Uebersicht sind in der Abbildung 13 die Ergebnisse der Höhenmessungen durch kleine Kreise und diejenigen der Wärmemessungen durch Linien so dargestellt, dafs wagerecht die Beobachtungszeiten im Mafsstabe 1 Stunde = 15 mm und senkrecht darauf die Hebungen und Senkungen der Brückenmitte gegen die Nulllage im Mafsstabe 1 mm = 10 mm aufgetragen sind. Die Werthe der Spalte 12 in der Zusammenstellung 3 bestimmen die stark ausgezogenen, diejenigen in Spalte 22 die schwach ausgezogenen, die Werthe in Spalte 24 die strichpunktirten Linien. Die Lage der vollständig ausgefüllten Kreise entspricht den Angaben in den Spalten 13 und 26, die Lage der nicht ausgefüllten Kreise den Angaben in Spalte 23 und 25.

Bei völliger Uebereinstimmung der Wärme- und Höhenmessungen müfsten, abgesehen vom Vormittage des 9. August, die Kreise entweder ganz in die zugehörigen Linien fallen, oder sich doch ohne Zwang in dieselben einschalten lassen, wenn Thermometerablesungen nicht häufig genug stattgefunden haben. In diesem Sinne ist bei 15 von 22 Höhenmessungen eine überraschende Uebereinstimmung erzielt, nämlich bei den Messungen 1, 3, 4, 5 und 6 am 11. Februar, sowie 3, 4 und 5 am 9. August an dem stromab gelegenen Träger, ferner bei den Messungen 1, 2, 3, 4 am 11. Februar, sowie 1, 3 und 4 am 8. und 9. August an dem stromauf gelegenen Träger. Abweichungen bis zu 0,3 mm zeigen für den 11. Februar die Messung 2 am stromab gelegenen, und die Messung 5 am stromauf gelegenen Träger, sowie für den 9. August die zweiten Messungen an beiden Trägern.

Abweichungen nicht ganz bis zu 1 mm ergeben für den 11. Februar nur die Höhenmessung 6 am stromab gelegenen, sowie für den August 1887 nur die Messung 1 am stromab gelegenen und 5 am stromauf gelegenen Träger, mithin 3 von 22 Messungen.

Die Fehler werden zum Theil auf Ungenauigkeiten der wohl noch verbesserungsfähigen Gleichungen 3 und 4 und der Verhältnifszahlen M, m und n, zum Theil auf unrichtige Ablesungen, sowie auch darauf zurückzuführen sein, dafs die Thermometer die mittlere Eisenwärme bei schneller Wärmezu- oder Abnahme nicht genau genug anzeigen. Schnelle Wärmeänderungen bei heifsem Sonnenscheine liegen z. B. am Vormittage des 9. August vor, und es zeigen die Wärmelinien hier eigenthümliche Unregelmäfsigkeiten. Es ist deutlich ersichtlich, dafs die Träger hier nicht mehr unabhängig von einander biegen, sondern sich gegenseitig beeinflussen. Die strichpunktirte Linie liegt etwa 0,3 mm zu hoch, um die Mitte zwischen den ausgefüllten und den nicht ausgefüllten Kreisen zu halten. Auch hieran mögen Ungenauigkeiten der benutzten Formeln und Verhältnifszahlen Schuld tragen. Dennoch wird die Brauchbarkeit derselben bei regelmäfsigeren Verhältnissen dadurch nicht in Frage gestellt. Messungen bei so schnellen Wärmeänderungen können mehr zur Aufklärung des allgemeinen Verhaltens der Eisenconstructionen, als zur genauen Bestimmung der Nulllage der Träger benutzt werden. Zu letzterem Behufe werden thunlichst Messungen bei Nacht oder bei bedecktem Himmel vorzunehmen sein.

Nach Vorstehendem ist anzunehmen, dafs in den Endergebnissen der Messungen, nämlich in den gefundenen Abständen der mittleren Höhenmarken 5 und 6 von den Verbindungslinien der Endmarken 1 . 9 und 2 . 10 bei 0° Wärme aller Eisentheile, gröfsere Fehler als 0,3 mm nicht enthalten sind. Es werden somit bleibende Einsenkungen der Träger von doppelter Gröfse, d. h. von $\frac{1}{120000}$ der Spannweite durch wiederholte Messungen mit Sicherheit festzustellen sein.

D. Schlufswort.

Die obigen Mittheilungen ergeben auch werthvolle Anhaltspunkte für eine sachgemäfse Messung elastischer und bleibender Einbiegungen bei Probebelastungen. Wenn beispielsweise seinerzeit verlangt worden ist, dafs bei der Abnahme neuer Brücken der Belastungszug mehrere Stunden auf dem Ueberbau belassen werden sollte, damit für die Bildung der bleibenden Einbiegung genügend Zeit vorhanden sei, so ergiebt schon die Abbildung 13, welche Ungenauigkeiten bei solchem Verfahren entstehen können, wenn nicht die mafsgebenden Wärmeeinflüsse berücksichtigt werden. Die Messungen bei Probebelastungen erfordern gegenüber denjenigen an der unbelasteten Brücke ein grofses Aufgebot an Hülfsmitteln. Bei stark befahrenen Strecken ist das öftere Auffahren und das Verweilen von Probezügen auf der Brücke meist sehr störend für den Betrieb. Bei der Messung bleibender Einbiegungen an der unbelasteten Brücke nach dem oben beschriebenen Verfahren erscheint zunächst noch die Auswerthung der gefundenen Ergebnisse etwas umständlich. Wenn indessen nach Vorstehendem auch bei Probebelastungen Wärmemessungen ebenfalls nicht ganz entbehrt werden können, so verschwindet auch dieser Nachtheil des neuen Prüfungsverfahrens gegenüber dem jetzt allgemein gebräuchlichen.

Unter diesen Umständen wird die Frage aufgeworfen werden können, ob nicht bei der Beobachtung der Brücken auf Probebelastungen ganz verzichtet werden kann, nachdem die Möglichkeit dargethan ist, selbst sehr kleine Formveränderungen an der unbelasteten Brücke durch Höhen- und Wärmemessungen festzustellen. Zur Entscheidung dieser Frage wäre es im höchsten Grade erwünscht, dafs auch von anderen Verwaltungen Messungen, wie die beschriebenen, in weitem Umfange veranlafst werden.

Strafsburg, im Februar 1888. L. Kriesche.

Zusammenstellung 1. Höhenmessungen an der stromab gelegenen Tragwand.

1	2	3	4	5	6	7	8
Zeit der Beobachtung			Beobachtete Höhenmarke	Ablesungen Fernrohr		Mittel der Spalten 5 und 6	Höhe der Marke 5
Tag	Stde.	Min.		1. Lage mm	2. Lage mm	mm	mm
8. und 9. August 1887.							
Messung 1 vom Beobachtungsposten a aus							
	10	10	5	199,5	199,0	199,25	über Linie 1 . 9 — 14.87 über der Nulllage — 14.87 + 15.53 gleich + 0,66.
8. August abends	10	15	9	172,0	171,5	171.75	
	10	20	1	197,0	197,0	197.0	
Messung 2 vom Beobachtungsposten a aus							
	1	6	9	173.0	173.0	173,0	über Linie 1 . 9 — 14.67 über der Nulllage — 14.67 + 15.53 gleich + 0,86.
9. August morgens	1	18	5	200,0	200,0	200,0	
	1	30	1	197.8	197,5	197,65	
Messung 3 vom Beobachtungsposten a aus							
	3	20	1	197,8	197,5	197.65	über Linie 1 . 9 — 15.27 über der Nulllage — 15.27 + 15.53 gleich + 0.26.
9. August morgens	3	30	5	200.5	200,0	200,25	
	3	40	9	172.6	172,0	172,30	
Messung 4 vom Beobachtungsposten e aus							
	5	0	9	178,0	177,6	177.8	über Linie 1 . 9 — 15.47 über der Nulllage — 15.47 + 15.53 gleich + 0,06.
9. August morgens	5	12	5	206,5	206,0	206.25	
	5	24	1	204.0	203,5	203,75	
Messung 5 vom Beobachtungsposten e aus							
	6	3	1	204,0	203,5	203,75	über Linie 1 . 9 — 15,55 über der Nulllage — 15.55 + 15.53 gleich — 0,02.
9. August vormittags	6	10	5	206.5	206,0	206,25	
	6	16	9	177,8	177,5	177.65	
Messung 6 vom Beobachtungsposten e aus							
	8	30	9	177,7	177.3	177,5	über Linie 1 . 9 — 12,25 über der Nulllage — 12,25 + 15.53 gleich + 3.28.
9. August vormittags	8	36	5	203,0	202.0	202,5	
	8	24	1	203,0	203,0	203.0	
Messung 7 vom Beobachtungsposten e aus							
	9	18	1	202,5	202,5	202,5	über Linie 1 . 9 — 10.5 über der Nulllage — 10,5 + 15.53 gleich + 5.03.
9. August vormittags	9	24	5	200,0	200,0	200,0	
	9	30	9	177,6	177.2	177.4	
Messung 8 vom Beobachtungsposten e aus							
	10	53	9	177,7	177,0	177.35	über Linie 1 . 9 — 9.62 über der Nulllage — 9,62 + 15.53 gleich + 5,91.
9. August vormittags	10	59	5	199.8	199.8	199.8	
	11	5	1	203,0	203,0	203,0	
Messung 9 vom Beobachtungsposten a aus							
	12	3	9	171,0	171,0	171,0	über Linie 1 . 9 — 10.92 über der Nulllage — 10.92 + 15.53 gleich + 4,61.
9. August mittags	12	6	5	194,7	194,5	194.6	
	12	10	1	196,5	196.2	196.35	
11. Februar 1888.							
Messung 1 vom Beobachtungsposten a aus							
	7	40	9	162,5	163.5	163.0	über Linie 1 . 9 — 15,07 über der Nulllage — 15,07 + 15.53 gleich + 0,46.
11. Febr. morgens	7	47	5	190,5	191,0	190,75	
	7	51	1	188,3	188.4	188,35	
Messung 2 vom Beobachtungsposten a aus							
	9	38	9	163,5	165,0	164.25	über Linie 1 . 9 — 14,27 über der Nulllage — 14.27 + 15.53 gleich + 1,26.
11. Febr. vormittags	9	46	5	190,4	190,7	190,55	
	9	53	1	188.2	188,4	188,30	
Messung 3 vom Beobachtungsposten a aus							
	10	2	9	163,0	164,6	163,8	über Linie 1 . 9 — 14,4 über der Nulllage — 14,4 + 15,53 gleich + 1,13.
11. Febr. vormittags	10	13	5	190.2	190,7	190,45	
	10	16	1	188,2	188,4	188,30	
Messung 4 vom Beobachtungsposten a aus							
	2	28	9	162,0	163.0	162,50	über Linie 1 . 9 — 12,22 über der Nulllage — 12,22 + 15.53 gleich + 3,31.
11. Febr. nachmittags	2	37	5	187,5	187,5	187,50	
	2	46	1	187,9	188.2	188,05	
Messung 5 vom Beobachtungsposten a aus							
	3	36	9	161,9	162,9	162,4	über Linie 1 . 9 — 12,68 über der Nulllage — 12,68 + 15.53 gleich + 2.85.
11. Febr. nachmittags	3	44	5	187.7	187,8	187.75	
	3	52	1	187,7	187,8	187,75	
Messung 6 vom Beobachtungsposten a aus							
	4	23	9	162,0	162,6	162,3	über Linie 1 . 9 — 13.23 über der Nulllage — 13.23 + 15.53 gleich — 2,30.
11. Febr. nachmittags	4	30	5	188,1	188,3	188,2	
	4	34	1	187.55	187,7	187,63	

Zusammenstellung 2. Höhenmessungen an der stromauf gelegenen Tragwand.

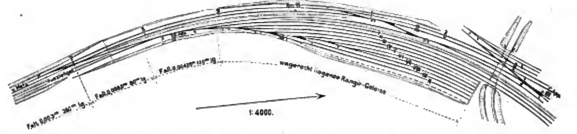
1	2	3	4	5	6	7	8
Zeit der Beobachtung: Tag	Stde.	Min.	Beobachtete Höhenmarke	Ablesungen Fernrohr 1. Lage mm	Ablesungen Fernrohr 2. Lage mm	Mittel der Spalten 5 und 6 mm	Höhe der Marke 6 mm
8. und 9. August 1887.							
Messung 1 vom Beobachtungsposten b aus							
8. August abends	10	45	2	209,5	209,5	209,5	über Linie 2 . 10 — 25,87 über der Nulllage — 25,87 + 25,5 gleich — 0.37.
	10	55	6	212,5	212,5	212,5	
	11	10	10	164,0	163,5	163,75	
Messung 2 vom Beobachtungsposten b aus							
9. August morgens	12	30	2	209,7	209,5	209,6	über Linie 2 . 10 — 24,95 über Linie 2 . 8a + 3,32 über der Nulllage — 24,95 + 25,5 gleich + 0,55.
	12	40	6	213,0	212,5	212,75	
	12	50	8a	222,0	222,0	222,0	
	12	55	10	166,0	166,0	166,0	
Messung 3 vom Beobachtungsposten b aus							
9. August morgens	3	50	18	166,0	166,0	166,0	über Linie 2 . 10 — 26,5 über Linie 2 . 8a + 2,01 über der Nulllage — 26,5 + 25,5 gleich — 1,0.
	3	55	8a	222,5	222,5	222,5	
	4	5	6	215,0	214,5	214,75	
	4	15	2	210,5	210,5	210,5	
Messung 4 vom Beobachtungsposten d aus							
9. August morgens	4	30	2	209,0	208,5	208,75	über Linie 2 . 8a + 2,07 über Linie 2 . 10 — 28,76 + $\frac{12}{11}$ · 2,07 gleich — 26,5 über der Nulllage — 26,5 + 25,5 gleich — 1,0.
	4	42	6	212,5	212,5	212,50	
	4	54	8a	220,0	219,8	219,90	
Messung 5 vom Beobachtungsposten d aus							
9. August vormittags	6	24	8a	219,2	219,0	219,1	über Linie 2 . 8a + 2,18 über Linie 2 . 10 — 28,76 + $\frac{12}{11}$ · 2,18 gleich — 26,38 über der Nulllage — 26,38 + 25,5 gleich — 0,88.
	6	30	6	211,5	211,0	211,25	
	6	36	2	207,5	207,0	207,25	
Messung 6 vom Beobachtungsposten d aus							
9. August vormittags	8	15	2	206,5	206,0	206,25	über Linie 2 . 8a + 3,85 über Linie 2 . 10 — 28,76 + $\frac{12}{11}$ · 3,85 gleich — 24,59 über der Nulllage — 24,59 + 25,5 gleich + 0,91.
	8	21	6	209,0	209,0	209,0	
	8	27	8a	219,0	218,7	218,85	
Messung 7 vom Beobachtungsposten d aus							
9. August vormittags	9	33	8a	219,0	218,8	218,90	über Linie 2 . 8a + 6,58 über Linie 2 . 10 — 28,76 + $\frac{12}{11}$ · 6,58 gleich — 21,58 über der Nulllage — 21,58 + 25,5 gleich + 3,92.
	9	39	6	207,0	206,5	206,75	
	9	45	2	207,5	207,0	207,25	
Messung 8 vom Beobachtungsposten d aus							
9. August vormittags	10	30	2	207,2	207,0	207,1	über Linie 2 . 8a + 6,40 über Linie 2 . 10 — 28,76 + $\frac{12}{11}$ · 6,40 gleich — 21,78 über der Nulllage — 21,78 + 25,5 gleich + 3,72.
	10	36	6	207,0	206,5	206,75	
	10	42	8a	218,8	218,6	218,7	
Messung 9 vom Beobachtungsposten b aus							
9. August vormittags	11	30	10	165,0	165,0	165,0	über Linie 2 . 10 — 22,6 über Linie 2 . 8a + 5,65 über der Nulllage — 22,6 + 25,5 gleich + 2,90.
	11	33	8a	221,0	221,0	221,0	
	11	39	6	210,0	209,5	209,75	
	11	45	2	209,4	209,2	209,3	
Messung 10 vom Beobachtungsposten b aus							
9. August mittags	11	51	2	209,4	209,2	209,3	über Linie 2 . 10 — 22,8 über Linie 2 . 8a + 5,37 über der Nulllage — 22,8 + 25,5 gleich + 2,70.
	11	54	6	210,0	209,8	209,9	
	11	57	8a	221,0	220,5	220,75	
	12	0	10	165,0	164,8	164,9	
11. Februar 1888.							
Messung 1 vom Beobachtungsposten b aus							
11. Febr. morgens	8	36	10	157,5	158,5	158,0	über Linie 2 . 10 — 25,38 über Linie 2 . 8a + 3,05 über der Nulllage — 25,38 + 25,5 gleich + 0,12.
	8	58	6	204,8	205,2	205,0	
	9	7	2	201,2	201,25	201,23	
	8	52	8a	213,8	214,8	214,30	
Messung 2 vom Beobachtungsposten b aus							
11. Febr. vormittags	10	35	10	157,50	158,0	157,75	über Linie 2 . 10 — 24,85 über Linie 2 . 8a + 3,56 über der Nulllage — 24,85 + 25,5 gleich + 0,65.
	10	45	8a	213,5	214,5	214,0	
	10	50	6	204,0	204,3	204,15	
	10	58	2	200,8	200,9	200,85	
Messung 3 vom Beobachtungsposten b aus							
11. Febr. vormittags	11	14	10	157,0	158,0	157,5	über Linie 2 . 10 — 24,65 über der Nulllage — 24,65 + 25,5 gleich + 0,85.
	11	18	6	203,8	203,8	203,8	
	11	22	2	200,8	200,8	200,8	
Messung 4 vom Beobachtungsposten b aus							
11. Febr. vormittags	11	32	10	157,0	157,5	157,25	über Linie 2 . 10 — 25,3 über Linie 2 . 8a + 3,23 über der Nulllage — 25,3 + 25,5 gleich + 0,20.
	11	36	8a	213,25	214,25	213,75	
	11	42	6	204,3	204,3	204,30	
	11	50	2	200,7	200,8	200,75.	
Messung 5 vom Beobachtungsposten b aus							
11. Febr. nachmittags	2	58	10	156,0	157,0	156,50	über Linie 2 . 10 — 24,53 über Linie 2 . 8a + 4,13 über der Nulllage — 24,53 + 25,5 gleich + 0,97.
	3	6	8a	213,0	213,5	213,25	
	3	16	6	203,0	203,0	203,0	
	3	22	2	200,4	200,5	200,45	
Messung 6 vom Beobachtungsposten b aus							
11. Febr. nachmittags	4	0	10	156,0	157,0	156,50	über Linie 2 . 10 — 24,13 über Linie 2 . 8a + 4,39 über der Nulllage — 24,13 + 25,5 gleich + 1,37.
	4	4	8a	212,5	213,5	213,00	
	4	9	6	202,5	202,7	202,60	
	4	12	2	200,4	200,45	200,43	

Zusammenstellung 3. Wärmemessungen am 8. und 9. August 1887 und am 11. Februar

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Zeit der Ablesungen			Stromaufwärts gelegener Träger									
			Untergurt			Obergurt						
			Ablesungen am Thermometer 1	Ablesungen am Thermometer 2	Mittel t_u der Spalten 4 und 5	Ablesungen am Thermometer 5	Ablesungen am Thermometer 6	Mittel t_o der Spalten 7 und 8	$t = t_o - t_u$	$0{,}03\ t_u$ in	$t + 0{,}03\ t_u$ in	Durch Höhenmessung gefundene Werthe
Tag	Stunde	Minuten	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	mm	mm	mm
									Messungen am 11. Februar 1888			
8. August	9	40	22,0	22,2	22,1	23,4	23,4	23,4	+ 1,3	0,66	+ 1,99	—
„	10	40	20,8	21,0	20,9	20,6	20,4	20,5	— 0,4	0,63	+ 0,23	10 U. 55 M. — 0,37
„	11	40	19,0	19,4	19,2	18,5	18,5	18,5	— 0,7	0,58	— 0,12	—
9. August	12	30	17,4	18,4	17,9	17,6	17,6	17,6	— 0,3	0,54	+ 0,24	12 U. 40 M. + 0,55
„	1	36	17,0	17,8	17,4	16,2	16,2	16,2	— 1,2	0,52	— 0,68	—
„	3	30	15,4	16,0	15,7	14,6	14,6	14,6	— 1,1	0,47	— 0,63	4 U. 5 M. — 1,0
„	4	45	14,8	15,2	15,0	13,5	13,5	13,5	— 1,5	0,45	— 1,05	4 U. 42 M. — 1,0
„	5	15	14,6	15,0	14,8	13,4	13,4	13,4	— 1,4	0,44	— 0,96	—
„	5	45	14,4	14,8	14,6	13,4	13,4	13,4	— 1,2	0,44	— 0,76	—
„	6	15	14,4	14,6	14,5	13,6	13,6	13,6	— 0,9	0,44	— 0,46	6 U. 30 M. — 0,88
„	6	45	14,8	15,2	15,0	14,8	15,4	15,1	+ 0,1	0,45	+ 0,55	—
„	7	30	16,6	16,8	16,7	16,0	19,0	17,5	+ 0,8	0,50	+ 1,30	—
„	8	—	19,2	21,0	20,1	19,0	21,6	20,3	+ 0,2	0,60	+ 0,80	—
„	8	30	21,6	22,4	22,0	21,4	22,0	21,7	— 0,3	0,66	+ 0,36	—
„	9	15	24,4	23,2	23,8	24,8	24,8	24,8	+ 1,0	0,71	+ 1,71	—
„	9	45	27,2	24,6	25,9	27,8	26,8	27,3	+ 1,4	0,78	+ 2,18	—
„	10	30	30,2	28,0	29,1	30,0	29,0	29,5	+ 0,4	0,87	+ 1,27	—
„	11	—	32,2	30,8	31,5	31,5	30,0	30,75	— 0,75	0,65	— 0,10	—
„	11	30	33,5	32,8	33,15	32,3	31,0	31,65	— 1,5	0,99	— 0,51	—
Mittag	12	—	34,0	33,6	33,8	33,0	31,5	32,25	— 1,55	1,01	— 0,54	—
									Messungen vom Abend des 8. August			
11. Februar	7	30	3,8	3,8	3,8	—	3,8	—	—	0,11	+ 0,11	—
	8	—	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	0	0,11	+ 0,11	—
	8	30	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	0	0,12	+ 0,12	8 U. 36 M. + 0,12
	9	—	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	0	0,13	+ 0,13	—
	9	30	4,8	4,6	4,7	4,8	4,6	4,7	0	0,14	+ 0,14	—
	10	—	4,9	4,8	4,85	5,2	5,2	5,2	0,35	0,15	+ 0,5	—
	10	30	5,4	5,2	5,3	5,7	5,7	5,7	0,4	0,16	+ 0,56	10 U. 50 M. + 0,65
	11	—	6,0	5,8	5,9	6,4	6,4	6,4	0,5	0,18	+ 0,68	11 U. 18 M. + 0,85
	11	30	6,4	6,2	6,3	6,8	6,8	6,8	0,5	0,19	+ 0,69	11 U. 42 M. + 0,20
Mittag	12	—	6,0	5,8	5,9	5,8	5,8	5,8	— 0,1	0,18	+ 0,08	—
	2	30	11,2	9,4	10,3	12,2	9,2	10,7	+ 0,4	0,31	+ 0,71	—
	2	45	11,2	9,4	10,3	12,2	9,2	10,7	+ 0,4	0,31	+ 0,71	—
	3	—	11,2	9,4	10,3	12,2	9,2	10,7	+ 0,4	0,31	+ 0,71	—
	3	15	11,0	9,2	10,1	11,8	9,2	10,5	+ 0,4	0,30	+ 0,70	3 U. 16 M. + 0,97
	3	30	11,0	9,2	10,1	11,8	9,1	10,45	+ 0,35	0,30	+ 0,65	—
	3	45	10,8	9,3	10,05	11,7	9,1	10,4	+ 0,35	0,3	+ 0,65	—
	4	—	10,7	9,2	9,95	11,4	9,0	10,2	+ 0,25	0,3	+ 0,55	4 U. 9 M. + 1,37
	4	15	10,4	9,1	9,75	11,2	8,9	10,05	+ 0,3	0,29	+ 0,59	—
	4	30	10,2	9,0	9,60	10,8	8,8	9,8	+ 0,2	0,29	+ 0,49	—

Ueber Gefällverhältnisse

Nach den Beobachtungen, welche an den Ablaufgeleisen der Rangirbahnhöfe in Strafsburg und Arlon (in Belgien) gemacht worden sind, kann die erforderliche Laufweite der der Schwerkraft überlassenen Güterwagen bei verhältnifsmäfsig



geringem Höhenunterschiede erzielt werden. So beträgt z. B. auf dem Bahnhofe in Arlon bei 400 m Laufweite das Gefälle vom Anfangspunkte des Ablaufens bis zur Wagerechten nur 1,40 m, während in Strafsburg ein wechselnder, theils gröfse-

1888, sowie Vergleich der Ergebnisse der Wärme- und der Höhenmessungen.

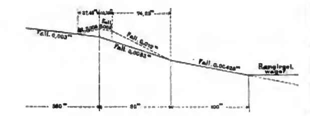
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Stromabwärts gelegener Träger										Mittel aus $t + 0{,}03\,t_u$ und $T + 0.12\,T_u$ in mm	Durch Höhenmessung gefundene Werthe am stromab gelegenen Träger mm	Durch Höhenmessung gefundene Werthe am stromauf gelegenen Träger mm	Unterschied in der Hebung beider Träger $2\,C$ in mm
Untergurt			Obergurt			$T = T_o - T_u$ °C	$0{,}12\,T_u$ in mm	$T + 0{,}12\,T_u$ in mm	Durch Höhenmessung gefundene Werthe mm				
Ablesungen am Thermometer 3 °C	Ablesungen am Thermometer 4 °C	Mittel T_u der Spalten 14 und 15 °C	Ablesungen am Thermometer 7 °C	Ablesungen am Thermometer 8 °C	Mittel T_o der Spalten 17 und 18 °C								
bis zum Mittage des 9. August 1887.													
23,4	23,8	23,6	23,0	23,0	23,0	− 0,6	2,83	2,23	10U. 10M. + 0,66				
21,8	21,2	21,5	20,0	20,2	20,1	− 1,4	2,58	1,18	—				
19,0	19,4	19,2	18,4	18,4	18,4	− 0,8	2,30	1,5	—				
19,0	18,6	18,8	17,4	17,2	17,3	− 1,5	2,26	0,76	1U. 18M. + 0,86				
18,0	17,6	17,8	16,2	16,2	16,2	− 1,6	2,14	0,51	—				
16,0	15,8	15,9	14,5	14,0	14,25	− 1,65	1,91	0,26	3U. 30M. + 0,26				
15,2	15,0	15,1	13,5	13,5	13,5	− 1,6	1,81	0,21	—	—	Vom Morgen ab heller Sonnenschein.		
15,4	15,0	15,2	13,4	13,4	13,4	− 1,8	1,82	0,02	5U. 12M. + 0,06				
15,2	14,8	15,0	13,4	13,4	13,4	− 1,6	1,80	0,20	—				
15,2	15,0	15,1	13,8	13,5	13,65	− 1,45	0,81	0,36	6U. 10M. − 0,02				
15,3	15,4	15,35	14,6	15,0	14,8	− 0,55	1,84	1,29	—				
16,2	16,4	16,3	16,2	18,2	17,2	+ 0,9	1,96	2,86	—	2,08			
16,8	18,4	17,6	19,3	22,2	20,75	+ 3,15	2,11	5,26	—	3,03	—	8U. 21M. + 0,91	
19,2	21,0	20,1	22,0	23,4	22,7	+ 2,6	2,41	5,01	—	2,69	8U. 36M. + 3,28	—	8U. 36M. − 1,79
20,6	23,4	22,0	26,8	25,8	26,3	+ 4,3	2,62	6,92	—	4,32	9U. 24M. + 5,03	9U. 39M. + 3,92	9U. 24M. − 1,69
22,4	23,6	23,0	29,0	30,2	29,6	+ 6,6	2,76	9,36	—	5,77			
25,0	25,2	25,1	31,0	32,4	31,7	+ 6,6	3,01	9,61	—	5,44	—	10U. 36M. + 3,72	
25,2	26,8	26,0	32,5	33,0	32,75	+ 6,75	3,12	9,87	—	4,89	10U. 59M. + 5,91	—	10U. 59M. − 2,49
27,4	27,8	27,6	33,3	33,8	31,55	+ 5,95	3,31	9,26	—	4,38	—	11U. 39M. + 2,90	11U. 39M. − 2,25
27,8	28,2	28,0	33,6	34,0	33,8	+ 5,8	3,36	9,16	—	4,31	12U. 6M. + 4,61	11U. 57M. + 2,70	11U. 57M. − 2,1.
vom Morgen bis zum Nachmittag.													
3,7	3,7	3,7	3,8	3,8	3,8	+ 0,1	0,44	0,54	7U. 47M. + 0,46				
3,7	3,7	3,7	3,8	3,8	3,8	+ 0,1	0,44	0,54	—				
3,8	3,8	3,8	4,0	4,0	4,0	+ 0,2	0,46	0,66	—				
4,0	4,0	4,0	4,3	4,2	4,25	+ 0,25	0,48	0,73	—				
4,4	4,4	4,4	—	4,6	(4,6)	+ 0,2	0,53	0,73	9U. 46M. + 1,26				
4,7	4,7	4,7	—	5,2	(5,2)	+ 0,5	0,56	1,06	10U. 13M. + 1,13				
5,2	5,2	5,2	5,8	5,8	5,8	+ 0,6	0,62	1,22	—	Vom 11 U. 40 M. bis 12 U. kalter Regen und Wind. Im übrigen bedeckter Himmel. Nachmittags bricht die Sonne auf Minuten durch.			
5,6	5,8	5,7	6,4	6,4	6,4	+ 0,7	0,68	1,38	—				
6,0	6,2	6,1	6,9	6,9	6,9	+ 0,8	0,73	1,53	—				
5,6	5,8	5,7	5,8	5,8	5,8	+ 0,1	0,68	0,78	—				
8,5	9,0	8,75	12,2	9,8	11,0	+ 2,25	1,05	3,30	2U. 37M. + 3,31				
8,5	9,0	8,75	12,2	9,8	11,0	+ 2,25	1,05	3,30	—				
8,6	9,2	8,9	12,0	9,9	10,95	+ 2,05	1,07	3,12	—				
8,6	9,2	8,9	12,0	9,8	10,9	+ 2,0	1,07	3,07	—				
8,8	9,2	9,0	11,8	9,2	10,75	+ 1,75	1,08	2,83	3U. 44M. + 2,85				
8,8	9,2	9,0	11,8	9,6	10,7	+ 1,70	1,08	2,78	—				
8,8	9,1	8,95	11,3	9,6	10,45	+ 1,5	1,07	2,57	—				
8,8	9,0	8,9	11,0	9,3	10,15	+ 1,25	1,07	2,32	4U. 30M. + 2,30				
8,6	8,8	8,7	10,6	9,2	9,9	+ 1,20	1,04	2,24	—				

von Ablaufgeleisen.

rer theils kleinerer Höhenunterschied zur Anwendung kommt. — Ein thunlich geringes Gefälle trägt einestheils wesentlich zur Schonung der Wagen bei, anderntheils aber wird dadurch das Zurückziehen einzelner Wagen und Wagenabtheilungen, wie auch ganzer Züge bedeutend erleichtert. Dabei dient es zu weiterer Förderung der Arbeit und ist es für Ausnutzung der Vortheile des Ablaufens von besonderem Werthe, wenn Zahl und Länge der von demselben Rangirkopf ausgehenden Geleise grofs genug sind, um die erforderlichen Rückbewegungen möglichst einschränken zu können. Für Rangirgruppen, in welchen die Züge für mehrere Bahnlinien zu bilden sind, werden häufig 15 bis 20 Geleise nothwendig.

Unter Beachtung der vorstehenden Erfahrungssätze ist in den Jahren 1886/87 eine allerdings weniger bedeutende Geleiseanlage auf dem südwestlichen Theile des Bahnhofes Luxemburg zur Ausführung gekommen. In dieser Rangirgruppe, welche in der nebenstehenden Abb. 1 dargestellt ist, werden die nach Süden (gegen Metz und nach dem Luxemburgischen Erzrevier) abgehenden Züge gebildet, indem zu diesem Zwecke drei der zehn Rangirgeleise die für Aufnahme von ganzen Zügen erforderliche Länge erhalten haben, der Art, dafs die letzteren unmittelbar aus der Rangirgruppe gegen Süden abgelassen werden können.

Das bei dieser Anlage angewendete Ablaufgefälle hatte zunächst, wie in Abb. 2 mit ausgezogenen Linien dargestellt ist, vom obern Brechpunkt ab nur 1,17 m betragen, und ist in dieser Weise im Sommer und Herbst 1887 benutzt worden. Vor Beginn des Winters ist die mit gestrichelten Linien be-



zeichnete theilweise Erhöhung des Ablaufgeleises durch Einlage eines sogenannten Eselsrückens bewirkt worden, nachdem unmittelbar vorher in den Monaten October und November an mehreren Tagen je eine Reihe Versuchsfahrten ausgeführt worden war. Hierbei wurden im allgemeinen die zum Ausrangiren bestimmten Züge für die Versuche benutzt, dazwischen aber, soweit geeignete Pausen vorhanden waren, einzelne Wagen oder Wagenabtheilungen wiederholt abgelassen.

Tabelle A. **Zusammenstellung der beobachteten Laufzeiten**

Lfde Nr.	Bezeichnung der einzelnen Wagen	Abstand d der beiden äufsersten Achsen	Fallhöhe		Nummer des Geleises	Laufweite l in Metern	Dauer des Ablaufens in Secunden	Mittlere Geschwindigkeit	
			$1{,}17 + 0{,}003\frac{d}{2} + \frac{v_0^2}{2g}$	$1{,}17 - 0{,}0083\frac{d}{2}$				nach Metern in der Secunde	nach Kilometern in der Stunde
								Versuche vom	
1	leerer bedeckter Wagen E.-L. (Elsafs-Lothringen)	—	1,185	—	IV	360	150	2,4	8,64
2	leerer offener Wagen E.-L.	—	„	—	I	380	175	2,17	7,81
3	beladener offener belgischer Wagen mit Bremse	—	„	—	VI	450	170	2,65	9,54
4	desgl.	—	„	—	VI	355	140	2,54	9,12
								Versuche vom	
5	beladener offener Wagen E.-L.	—	1,185	—	I	512	257	2.02	7,27
6	derselbe Wagen	—	„	—	III	495	224	2.21	7,95
7	„ „	—	„	—	IV	462	255	1,81	6,52
8	„ „	—	„	—	V	477	247	1,93	6,95
9	„ „	—	„	—	VI	490	234	2,1	7,56
10	„ „	—	„	—	VII	438	207	2,1	7,56
11	„ „	—	„	—	IX	490	242	2.03	7,3
12	sieben beladene offene deutsche Wagen	50	1,25	—	V	424	174	2,44	8,78
13	desgl.	50	1.25	—	VI	524	232	2,26	8,14
14	drei beladene bedeckte deutsche Wagen . . .	20	1,21	—	VII	380	190	2.0	7,20
15	zwei beladene bedeckte belgische Wagen . . .	10	1,20	—	V	462	201	2,3	8,28
16	beladener offener Wagen (Prinz Heinrich-Bahn)	—	1,185	—	VII	481	231	2.08	7,49
								Versuche vom	
17	beladener offener belgischer Wagen ohne Bremse	—	1,185	—	I	386,3	221	1,75	6.3
18	desgl. mit Bremse	—	„	—	VII	419,5	191	2,2	7,92
19	desgl. „ „	—	„	—	I	316,5	168	1,88	6,77
20	desgl. „ „	—	„	—	III	475	253	1,9	6,84
21	desgl. „ „	—	„	—	V	326,5	162	2,015	7,25
22	desgl. „ „	—	„	—	III	400	230	1,74	6.26
23	desgl. „ „	—	„	—	V	461	209	2,20	7,92
24	desgl. ohne „	—	„	—	V	296	145	2,04	7,34
25	desgl. mit „	—	„	—	V	305	158	1,93	6,95
26	bedeckter beladener belgischer Wagen mit Bremse	—	1,185	—	I	245	147	1,66	6,0
27	desgl.	—	„	—	VII	320	185	1,73	6,2
28	desgl.	—	„	—	I	335,5	197	1,7	6,12
29	desgl.	—	„	—	VII	338	173	1,95	7,0
								Versuche vom	
30	leerer offener deutscher Wagen ohne Bremse . .	—	1,185	—	I	245	145	1,7	6,12
31	desgl. . .	—	„	—	VII	236,5	130	2,04	7,34
32	desgl. . .	—	„	—	VII	270	157	1,72	6,19
33	desgl. . .	—	„	—	III	261	156	1,67	6.0
34	desgl. . .	—	„	—	V	210	123	1,7	6,12
								Versuche vom	
35	leerer offener Wagen (deutscher)	3,4	—	1,16	I	382	236	1,64	5,9
36	zwei leere offene Wagen (deutsche)	10	—	1,135	„	372	227	1,64	5.9
37	drei leere offene Wagen (deutsche)	21	—	1,09	„	277	173	1,60	5,76
38	leerer bedeckter Wagen (deutscher)	3,8	—	1,16	„	323	197	1,64	5,90
39	zwei leere bedeckte Wagen (deutsche)	12,2	—	1,125	„	334	197	1,70	6,12
40	drei leere bedeckte Wagen (deutsche)	21	—	1,09	„	277	154	1,74	6,26
41	leerer offener Wagen } dieselben Wagen wie bei 35 bis 37	—	—	1,16	IV	389	240	1,62	5,8
42	zwei leere offene Wagen }	—	—	1,35	„	348	191	1,82	6,55
43	drei leere offene Wagen }	—	—	1,09	„	282	162	1,75	6,3
44	leerer bedeckter Wagen } dieselben Wagen wie bei 38 bis 40	—	—	1,16	„	298	188	1,60	5,76
45	zwei leere bedeckte Wagen }	—	—	1,125	„	303	179	1,69	6,08
46	drei leere bedeckte Wagen }	—	—	1,09	„	258	139	1,85	6,66
								Versuche vom	
47	leerer offener Wagen } dieselben Wagen wie bei 35 bis 37	—	—	1,16	VII	428	256	1,67	6,01
48	zwei leere offene Wagen }	—	—	1,35	„	378	192	1,97	7,09
49	drei leere offene Wagen }	—	—	1,09	„	320	218	1,47	5,29

Anmerkung. Die Original-Aufzeichnungen über sämtliche Ablaufversuche sind bei der Redaction dieser Zeitschrift niedergelegt.

In der nachstehenden Tabelle A sind die bei 49 Fahrten gemachten Beobachtungen verzeichnet, welche sich, wenn man bei den Wiederholungen jeweils nur die Mittelwerthe in Rechnung nimmt, 34 Versuche darstellen. — Ueber die Art, wie die Ablaufzeiten und Laufweiten im einzelnen ermittelt wurden, wird unten Näheres angegeben werden, zunächst ist die Einrichtung der Tabelle zu erläutern. — Die Versuche hatten den Zweck, die Widerstände zu ermitteln, welche die einzelnen Wagen und Wagenabtheilungen bis zum Eintritt der Ruhe erlitten haben, welche Widerstände sich aus dem Widerstande ω auf gerader wagerechter Bahn und den Widerständen ϱ in den Bahnkrümmungen zusammensetzten.

Für den ersteren Widerstand ist als mafsgebend die Formel angenommen worden, welche die Herren Vuillemin, Dieudonné und Guébhardt in dem Buche „de la resistance des trains et de la puissance des machines, Paris 1868“ für

und der hieraus berechneten Widerstände der Wagen.

Berechneter mittlerer Widerstand ω in Kilogr. auf die Tonne	Arbeit der auf die Gewichts-Einheit berechneten Widerstände: ωl nach Gleichung I	$\varrho\lambda$ nach Gleichung II: in den Weichenkrümmungen zu 0,11	$\varrho\lambda$ nach Gleichung II: in den Krümmungen der Wagerechten	Summe $\omega l + \Sigma\varrho\cdot\lambda$	dieselbe Summe als Mittel mehrerer Versuche	Verhältnifs der Fallhöhe zu der Arbeit der berechneten Widerstände in pCt.: im Einzelnen	Verhältnifs …: im Mittel	Bemerkungen.
7. October.								Witterung schön, trocken und nahezu windstill.
2,08	0,745	0,55 [1]	0,138	1.433	—	83	—	
2,04	0,775	0,22	0,222	1.217	—	97	—	
2,13	0,958	0.44	0.156	1,554	—	76	—	
2,10	0,745	0,44	0,099	1,284 [2]	—	92	—	
8. October.								Witterung wie am 7. October.
2,01	1,026	0,22	0,380	1,626		72		
2,05	1,003	0.33	0,294	1,627		73		
1,98	0,911	0,55	0,220	1,681		70½		
2,0	0,954	0,55	0,301	1,805	1,670	66	71,0	
2,03	0,994	0.44	0,180	1,614		73		
2,03	0,888	0,66	0,124	1,672		71		
2,01	0,987	0,55	0,135	1,672		71		
2,09	0,894	0,55	0,245	1,680	1,704	—	73	
2,06	1,079	0,44	0,200	1,719				
2,01	0,764	0,66	0,095	1,519	—	80	—	
2,06	0,952	0,55	0,294	1,796	—	67	—	
2,01	0,967	0,66	0,145	1,772	—	67	—	
11. November.								Die Witterung war schön und trocken. Es war aber mäfsiger Gegenwind vorhanden.
1,965	0.757	0,22	0,230	1.207		—		
2,05	0,860	0,66	0,1150	1.635		—		
1,99	0,628	0,22	0,148	0,996		—		
1,99	0,942	0,33	0,265	1,537		—		
2,01	0,656	0,55	0,143	1,349	1,370	—	86½	
1,96	0,787	0,33	0,195	1,312		—		
2,05	0,943	0,55	0,285	1,748		—		
2,02	0,598	0,55	0,111	1,259		—		
2,0	0.610	0,55	0,120	1,280		—		
1,95	0.478	0,22	0,064	0,762		—		
1,96	0.627	0,44	0,065	1,132	1,060	—	111	
1,96	0,657	0,22	0,170	1,047		—		
2,0	0.676	0,55	0,074	1,300		—		
12. November.								Witterung trocken, bei ziemlich starkem Gegenwind.
1,96	0,480	0,22	0,064	0,764		155		
2,01	0,412	0,44	0,023	0,875		135		
1,96	0,540	0,44	0,040	1,020	0,864	116	138	
1,95	0,509	0,33	0,060	0,899		132		
1,96	0,411	0,33	0,021	0,762		155		
22. November.								Witterung trocken und nahezu windstill, es scheinen jedoch zeitweise schwache Luftbewegungen verschiedener Richtung eingetreten zu sein.
1,95	0,745	0,22	0,222	1,187	—	98		
1,95	0.725	0.22	0,210	1.146	—	98	108	
1,94	0,530	0,22	0,102	0,852	—	128		
1,95	0,630	0,22	0,156	1,006	—	115		
1,96	0,655	0,22	0,169	1,044	—	108	116	
1,96	0,543	0,22	0,102	0,865	—	126		
1,94	0.755	0,55	0,161	1,466	—	79		
1,98	0,609	0,55	0,128	1,367	—	83	85	
1,96	0,555	0,55	0,075	1,180	—	92		
1,94	0,578	0,55	0,087	1,215	—	95		
1,96	0,594	0,55	0,091	1,235	—	91	96	
1,98	0,511	0,50	0,055	1,066	—	102		
23. November.								Witterung trocken bei leichtem südöstlichen (d. h. antreibendem) Winde.
1,95	0,835	0,66	0.119	1,614	—	70		
2,00	0,756	0,66	0,094	1,510	—	75	76	
1,91	0.611	0,66	0,065	1,336	—	81½		

1) Für jede Weichenkrümmung und Tonne berechnet sich die Arbeit des Krümmungs-Widerstandes auf 0,11 Tonnen-Meter.
2) Die belgischen Bremswagen laufen häufig schlecht, insbesondere wegen der starken Abnutzung der Radreifen auf den an Luxemburg angrenzenden, meist steilen Bahnstrecken.

Güterzüge von 12 bis 32 km Geschwindigkeit bei Oelschmierung angegeben haben. Dieselbe lautet:

$$1000\,\omega = 1{,}65 + 0{,}05\,V \quad . \quad . \quad . \quad \mathrm{I}$$

woselbst die Geschwindigkeit V in Kilometern in der Stunde ausgedrückt, der Widerstand ω auf die Gewichtseinheit bezogen ist.

Für die in den Bahnkrümmungen entstehenden Widerstände wird die Formel von Röckl angenommen (Zeitschrift für Baukunde 1880)

$$\varrho = \frac{0{,}650}{R - 55} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \mathrm{II}$$

worin der Krümmungshalbmesser R in Metern ausgedrückt, der Widerstand ϱ wieder auf die Gewichtseinheit bezogen ist.

Der Krümmungswiderstand ϱ findet hauptsächlich in den Weichencurven statt, für welche bei einem Radius von 180 m eine Länge von 21 m anzunehmen ist. Aufserdem kommen die Krümmungen der wagerecht liegenden Theile der Rangirgeleise in Betracht, weshalb in nachstehender Tabelle B die Widerstände dieser Krümmungen, soweit dieselben nicht die besonders berechneten Weichencurven betrafen, für bestimmte Längen zusammengestellt sind.

Tabelle B. **Krümmungswiderstände der wagerechten Strecken.**

Nummer des Geleises	Betrachtete Geleiselänge der wagerecht liegenden Strecken	Mittlerer Krümmungswiderstand, auf die Gewichtseinheit angegeben
I	320	0,00117
II	274	0,00112
III	305	0,00093
IV	272	0,00081
V	287	0,00105
VI	300	0,00060
VII	248	0,00050
VIII bis X	300	0,00045

Die in Tabelle B angegebenen, nach Gleichung II berechneten mittleren Widerstände passen genau nur für die später zu besprechenden Versuche 5 bis 11 und für Fahrten von annähernd gleicher Laufweite, sie konnten aber bei Aufstellung der Tabelle A für sämtliche Versuche benutzt werden, weil bei den Geleisen I bis V die durchschnittlichen Krümmungen weniger wechseln, anderseits bei den Geleisen VI bis X, deren wagerechte Strecken theilweise in Geraden liegen, der mittlere Widerstand verhältnifsmäfsig unbedeutend ist. Im übrigen werden die Widerstände in den Bahnkrümmungen bekanntlich als unabhängig von der Fahrgeschwindigkeit angenommen, die Widerstände ω auf wagerechter gerader Bahn sind nach Gleichung I in ihrem veränderlichen Theile proportional der Geschwindigkeit und durfte deshalb der während der ganzen Ablaufzeit stattfindende mittlere Widerstand ω nach Mafsgabe der durchschnittlichen Geschwindigkeit berechnet werden.

Da sämtliche Versuche, von der Ruhe ausgehend, wieder mit dem Ruhezustand endigten, so mufs die Arbeit der Schwerkraft, welche, auf die Gewichtseinheit der Wagen bezogen, der Fallhöhe h numerisch gleich ist, genau der Arbeit sämtlicher Widerstände entsprechen. Deshalb giebt das Verhältnifs der in jedem Falle stattgehabten Fallhöhe zu der nach den Gleichungen I und II berechneten Arbeit der Widerstände dasjenige Verhältnifs an, in welchem die thatsächlichen Widerstände zu den berechneten standen. Wo in der Tabelle A die bezüglichen Procentzahlen unter 100 betragen — wie dies bei den meisten beladenen Wagen der Fall ist — blieben die thatsächlichen Widerstände unter den berechneten; da wo die Procentzahlen über 100 betragen — wie dies bei vielen Leerwagen zutrifft — waren die Widerstände höher, als sie nach den Formeln sein sollten.

Die Fallhöhe h stimmt mit dem Gefälle der eigentlichen Ablauframpe nicht genau überein, weil der Schwerpunkt der Wagen oder Wagenabtheilungen mit dem oberen Brechpunkt nicht zusammenfiel. Beim Beginn der Versuchsfahrten 1 bis 34 befand sich je die vorderste Achse über dem Brechpunkte, sodafs der Schwerpunkt der Wagen noch in der oberhalb befindlichen, behufs Ersparnifs an Erdarbeiten eingelegten Neigung von $3^0/_{00}$ lag. Hierdurch war eine kleine Steigerung der Fallhöhe bedingt, wozu noch ein Zuschlag für die immerhin vorhandene, im Mittel zu 0,4 m angenommene Anfangsgeschwindigkeit hinzutritt. Beim Beginn der Versuchsfahrten 35 bis 49 befand sich je die letzte Achse unter dem Brechpunkt, sodafs der Schwerpunkt der Wagen in die obere Ablauframpe fiel und beispielsweise bei den Gruppen zu drei Wagen eine nicht unerhebliche Verminderung der Fallhöhe eintrat. Ferner fiel bei allen diesen Versuchen auch der Zuschlag für Anfangsgeschwindigkeit fast ganz weg, da in diesen Fällen die Wagen nur ganz geringen Antriebes bedurften.

Nach diesen Erläuterungen läfst sich leicht nachrechnen, wie in der Tabelle die Fallhöhe, die Gesamtarbeit der Widerstände und die dem gegenseitigen Verhältnisse beider entsprechenden Procentzahlen für jede einzelne Fahrt aus der Laufweite und der Laufzeit ermittelt worden sind. Als Ergebnifs hat sich herausgestellt, dafs die beladenen Wagen am 7. und 8. October bei schönem, nahezu windstillem Wetter durchschnittlich 75 Procent, am 11. November, an welchem Tage bei etwas Gegenwind durchgehends belgische, theilweise schwer gehende Wagen zum Ablaufen gelangten, 94 Procent der berechneten Widerstände zeigten, während Leerwagen am 22. und 23. November bei schönem, beinahe windstillem Wetter durchschnittlich 98, am 12. November bei ziemlich starkem Gegenwind 138 Procent diejenigen Widerstände ergeben haben, welche nach den Formeln I und II berechnet worden sind. Sowohl bei den beladenen, als bei den leeren Wagen befinden sich neben den günstigen Versuchen der windstillen Tage eine entsprechende Anzahl ungünstiger Fahrten, sodafs in beiden Fällen ein den durchschnittlichen Verhältnissen entsprechendes Mittel sich ergiebt, welches für sämtliche 21 Versuche mit beladenen Wagen 87 Procent, für sämtliche 13 Versuche mit Leerwagen 112 Procent der berechneten Widerstände darstellt. — Die beiden Mittel stehen ziemlich gleich weit von den Ergebnissen der Formeln I und II ab, sodafs bei Ablaufgeleisen, welche nach Mafsgabe dieser Formel angelegt sind, weder die beladenen Wagen gar zu rasch laufen, noch schlecht laufende Leerwagen zu starker Nachhülfe bedürfen. — Beladene bedeckte Wagen zeigen bei mäfsigem Gegenwind, Leerwagen bei nahezu windstillem Wetter durchschnittlich diejenigen Widerstände, welche nach den genannten Formeln sich ergeben.

Wenn nun auch durch die Ergebnisse der Tabelle A die Anwendbarkeit der oben gegebenen Regeln erwiesen ist und sichere Anhaltspunkte für die Gefällverhältnisse der Ablaufgeleise gegeben sind, so sollen doch die Formeln an sich und hinsichtlich ihres gegenseitigen Verhältnisses genauer geprüft werden,

zu welchem Zwecke die unter Nr. 5 bis 11 aufgeführten, mit demselben Wagen ausgeführten Fahrten näher betrachtet werden.

Es könnte zunächst auffallen, dafs die in Tabelle A für diese sieben Fahrten angegebenen Procentzahlen zwischen 66 und 73 schwanken. — Wenn man aber bedenkt, dafs der Zustand der sieben Geleise wohl nicht ganz derselbe war, dafs die Anfangsgeschwindigkeiten immerhin etwas wechselten und dafs auch bei ruhiger Witterung leichte Luftbewegungen verschiedener Richtung stattfinden, so wird man die Unterschiede sich leicht erklären können. Zu den in nachstehender Tabelle C zusammengestellten näheren Angaben, welche zugleich als Beispiele der der Tabelle A zu Grunde gelegten Beobachtungen dienen, ist erläuternd zu bemerken, dafs von den einzelnen Zeitabschnitten die beiden ersten das Ablaufen über die Rampen von 0,0083 und 0,00425, der dritte das Auslaufen in der Wagerechten umfassen. Die in dem ersten und zweiten Zeitabschnitt zurückgelegten Wege betrugen stets 90, beziehungsweise 100 m, die in dem dritten zurückgelegte Länge ergab sich, indem von der Gesamt-Laufweite je 190 m in Abzug gebracht wurden.

Tabelle C. **Ablaufen desselben Wagens in fünf verschiedene Geleise.**

Nummer des Versuchs	Nummer des Geleises	Zeitdauer t in Secunden in den Strecken			Zurückgelegte Wege s in den Strecken			Mittlere Geschwindigkeiten v in der Secunde in den Strecken		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
5	I	49	26	182	90	100	322	1,84	3,85	1,77
6	III	38	26	160	„	„	305	2,37	3,85	1,90
8	V	40	26	181	„	„	287	2,25	3,85	1,58
10	VII	44	26	137	„	„	248	2,04	3,85	1,81
11	IX	52	28	162	„	„	301	1,73	3,57	1,86

Aus vorstehender Tabelle C und den durch Abbildung 2 gegebenen Gefällverhältnissen läfst sich der Gang der Bewegung und der Einflufs der Widerstände für jede der drei Ablaufstrecken genau ermitteln. Nach bekannten Gesetzen der Mechanik gelten für den freien Fall auf schiefer Ebene die Formeln:

$$s = v_0\, t + \tfrac{1}{2} g t^2 \cdot \sin\alpha \quad \ldots\ldots \quad \text{III}$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2g \cdot s \cdot \sin\alpha} \quad \ldots\ldots \quad \text{IV}$$

wo $\sin\alpha$ die trigonometrische Tangente der Ablauf-Ebene, abzüglich der längs derselben wirkenden auf die Gewichtseinheit bezogenen Widerstände bezeichnet, welcher Werth für wagerecht liegende Strecken negativ wird. Indem wir voraussetzen, dafs die in Tabelle A angegebenen procentualen Verminderungen der nach den Formeln I und II ermittelten Widerstände Bestätigung finden werden, schreiben wir hiernach für den Versuch 5, bei welchem in dem zweiten Zeitabschnitte zwei, in dem dritten aber keine Weichenkrümmungen durchfahren worden sind, die genannten Gleichungen nach Mafsgabe der aus Tabelle A ersichtlichen procentualen Verminderung der Coefficienten in nachfolgender Weise an:

$$1000\,\omega = 1{,}19 + 0{,}036\, V \quad \ldots \quad \text{I}^*$$

$$\varrho = \frac{0{,}468}{R - 55} \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{II}^*$$

und finden nunmehr für den ersten Zeitabschnitt der Versuchsfahrt 5 aus den Gleichungen III und IV:

Anfangsgeschwindigkeit

$$v_0 = \frac{90 - \frac{1}{2} g \cdot \sin\alpha \cdot 49^2}{49}$$

$$\sin\alpha = 0{,}0083 - 0{,}00143 = 0{,}00687$$

$$v_0 = 0{,}18 \text{ m.}$$

Endgeschwindigkeit

$$v = \sqrt{0{,}18^2 + 2g \cdot 0{,}00687 \cdot 90} = 3{,}49 \text{ m},$$

ferner für die zweite Strecke

$$\sin\alpha = 0{,}00425 - \tfrac{42}{100} \cdot 0{,}0037 - 0{,}00169 = 0{,}001$$

Endgeschwindigkeit

$$v = \sqrt{3{,}49^2 + 2g \cdot 100 \cdot 0{,}001} = 3{,}76 \text{ m.}$$

Das Mittel aus der Anfangs- und Endgeschwindigkeit des zweiten Zeitabschnitts $\frac{3{,}49 + 3{,}76}{2} = 3{,}63$ stimmt mit der in Tabelle C für diesen Zeitraum angegebenen mittleren Geschwindigkeit von 3,85 m nicht überein, da aber nur ganze Secunden abgelesen wurden, so darf man annehmen, dafs der zweite Zeitabschnitt 27 Secunden, der erste und dritte entsprechend weniger lang gedauert haben. Es übt diese Berichtigung auf die oben berechneten Anfangs- und Endgeschwindigkeiten des zweiten Zeitraums, wie man sich leicht überzeugen kann, keinen Einflufs aus, wie auch die nach Gleichung III für den zweiten Zeitraum berechnete Anfangsgeschwindigkeit (ob man 26 oder 27 Secunden Zeitdauer rechnet) mit der Endgeschwindigkeit der ersten Strecke hinreichend genau übereinstimmt.

Die Hauptprobe für die Richtigkeit der vorstehenden Rechnung erhält man, indem die Anfangsgeschwindigkeit des dritten Zeitabschnitts nach Gleichung III selbständig entwickelt wird:

$$322 = v_0 \cdot 182 + \tfrac{1}{2} g \cdot \sin\alpha \cdot 182^2$$

$$\sin\alpha = -(0{,}00143 + 0{,}72 \cdot 0{,}00117),$$

woraus $$v_0 = \frac{322 + 368}{182} = 3{,}79 \text{ m.}$$

Für den Versuch 10, bei welchem in dem zweiten und dritten Zeitabschnitt je drei Weichenkrümmungen durchfahren wurden, können die obigen Gleichungen I* und II* beibehalten werden und erhalten wir für den ersten Zeitabschnitt:

Anfangsgeschwindigkeit

$$v_0 = \frac{90 - \frac{1}{2} g \sin\alpha \cdot 44^2}{44}$$

$$\sin\alpha = 0{,}0083 - 0{,}00143 = 0{,}00687$$

$$v_0 = 0{,}57 \text{ m},$$

wonach Endgeschwindigkeit

$$v = \sqrt{0{,}57^2 + 2g \cdot 90 \cdot 0{,}00687} = 3{,}525 \text{ m},$$

ferner für die zweite Strecke

$$\sin\alpha = 0{,}00425 - \tfrac{63}{100} \cdot 0{,}0037 - 0{,}00169 = 0{,}00023,$$

Endgeschwindigkeit

$$v = \sqrt{3{,}525^2 + 2g \cdot 100 \cdot 0{,}00023} = 3{,}59 \text{ m.}$$

Die Probe ergiebt für die dritte Strecke

$$248 = v_0 \cdot 137 + \tfrac{1}{2} g \cdot \sin\alpha \cdot 137^2$$

$$\sin\alpha = -(0{,}00142 + 0{,}72 \cdot 0{,}0005 + \tfrac{63}{345} \cdot 0{,}0037)$$

woraus $v_0 = 3{,}63$ m.

Auch hier ist die Uebereinstimmung hinreichend genau, man mufs annehmen, dafs auch in diesem Falle der zweite Zeitabschnitt 27 Secunden oder noch etwas darüber angedauert hat.

Für den Versuch 6, bei welchem in der zweiten Ablaufstrecke drei, in der dritten gar keine Weichenkrümmungen durchfahren wurden, erhält man in gleicher Weise als Anfangs- und Endgeschwindigkeit des zweiten Zeitabschnitts 3,64 und 3,70 m, als Anfangsgeschwindigkeit des dritten nach Gleichung III wieder 3,70 m.

Ferner ergeben sich für den Versuch 11, bei welchem in der zweiten Ablaufstrecke drei, in der dritten zwei Weichenkrümmungen durchfahren wurden, als Anfangs- und Endgeschwindigkeit des zweiten Zeitabschnitts 3,49 und 3,57 m, als Anfangsgeschwindigkeit des dritten 3,66 m.

Für den Versuch 8, bei welchem gleichfalls in dem zweiten Zeitabschnitt drei, in dem dritten zwei Weichenkrümmungen durchfahren worden sind, setzen wir gemäfs Tabelle A

$$1000\,\omega = 1,10 + 0,033\,V \quad . \quad . \quad . \quad I^b$$

$$\varrho = \frac{0,435}{R - 55} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad II^b$$

woraus nach Mafsgabe der im übrigen gleichartig durchgeführten Rechnung als Anfangs- und Endgeschwindigkeit des zweiten Zeitraumes 3,55 und 3,68 m, als Anfangsgeschwindigkeit des dritten nach Gleichung III = 3,79 m erhalten wird.

Wenn schon aus der Geringfügigkeit der Unterschiede, welche in den vorstehenden fünf Fällen zwischen der Endgeschwindigkeit des zweiten Zeitabschnitts und der unabhängig hiervon berechneten Anfangsgeschwindigkeit des dritten sich ergeben haben, auf die Richtigkeit der für die Gleichungen I und II gewählten Form geschlossen werden darf, so tritt für denjenigen, welcher eine Reihe solcher Rechnungen durchführt, diese Ueberzeugung noch entschiedener zu Tage. Insbesondere scheint es, dafs die Widerstände auf wagerechter Bahn und in den Bahnkrümmungen, welche in den verschiedenen Fällen und Zeiträumen in ziemlich abweichendem gegenseitigem Verhältnisse standen, von dem Zustande der Wagen und der Fahrgeleise gleichmäfsig beeinflufst werden, — d. h. dafs die Gleichungen I^a und II^a, sowie I^b und II^b aus Tabelle A richtig abgeleitet sind.

Jedenfalls ist durch diese Rechnungen bestätigt, dafs die Gleichungen I und II, welche nach den oben gegebenen Erläuterungen dem Durchschnitte der in Tabelle A aufgeführten Versuchsfahrten, sowie dem Mittel der für die Praxis mafsgebenden Fälle entsprechen, für die Bestimmung der Gefällverhältnisse neu anzulegender Ablaufgeleise durchaus geeignet sind. In solchen Fällen geschieht die vorläufige Annahme der Gefällverhältnisse in der Weise, dafs für die einzelnen Ablaufgeleise das Gesamtgefälle zu $^1/_{500}$ der erforderlichen Laufweite angesetzt und hierzu für jede zu durchfahrende Weichenkrümmung 0,11 m hinzugefügt wird,*) wobei nach Umständen noch die Zuschläge für anderweitige Geleisekrümmungen anzubringen sind. — In einfachen Fällen kann das Gefälle der Ablauframpe, welches sich zweckmäfsig in die Weichenstrafse fortsetzt, nach den gröfseren Laufweiten bestimmt werden, in verwickelteren Fällen aber, zumal dann, wenn Abzweigungen aus längeren Geleisen neben einzelnen kürzeren, mit wenig Weichen behafteten Geleisen vorkommen, läfst sich eine windschiefe Anlage einzelner Geleisegruppen nicht umgehen. Man wird dann das erforderliche Gefälle für die kürzeren, wie für die längsten oder entferntesten Geleise je einzeln bestimmen, und zwar in den letzteren Fällen unter wiederholter Anwendung der obigen Gleichungen III und IV, wobei man die Geschwindigkeiten an den Brechpunkten und schliefslich die Laufweite in den wagerechten oder schwach geneigten Strecken der Rangirgeleise ermittelt. Aehnliche Rechnungen wird man zweckmäfsig in wichtigeren Fällen auch dann vornehmen, wenn die Geleiseanlage an sich eine einfachere ist.

*) Diese Regel pafst auch für die oben erwähnte, sorgfältig ausprobirte Ablauframpe von Arlon, woselbst bei 400 m gröfster Laufweite theilweise fünf und sechs Weichenkrümmungen in den sonst geraden Geleisen durchfahren werden.

Von besonderer, allgemeiner Wichtigkeit sind die vorstehenden Untersuchungen der Versuchsfahrten 5 bis 11 insofern, als der für gerade wagerechte Bahn ermittelte Widerstand ω in der zweiten Ablaufstrecke stets um etwa 0,00025 gröfser war, als in der dritten, wo die durchschnittliche Geschwindigkeit nur etwa halb so grofs war. Dafs dieser Unterschied nicht etwa dem Krümmungswiderstande zugeschrieben werden kann, geht zweifellos daraus hervor, dafs andernfalls für den dritten Zeitabschnitt, in dem ein ähnlicher, stets noch etwas gröfserer Krümmungswiderstand zu überwinden war, die Rechnung nicht hätte stimmen können.

Wenn aber der Widerstand der Wagen auf wagerechten Geleisen für Geschwindigkeiten von 6 und von 13 bis 14 km auf die Stunde stets einen verhältnifsmäfsig grofsen Unterschied zeigt und wenn gleichzeitig erwiesen ist, dafs dieser Widerstand bei den auf Ablaufgeleisen statthabenden geringeren Geschwindigkeiten wesentlich niedriger ist, als bei Bahnzügen von 25 bis 30 km Geschwindigkeit jeweils beobachtet wurde, so steht zweifellos fest, dafs schon innerhalb der Grenzen von 6 und 30 km Geschwindigkeit die Widerstände der Wagen entschieden mit der Fahrgeschwindigkeit zunehmen, und dafs somit diejenigen für Widerstände der Wagen oder Wagenzüge aufgestellten Formeln, in welchen neben einem ziemlich hohen feststehenden Werthe nur noch Glieder mit der zweiten oder dritten Potenz der Geschwindigkeit erscheinen, nicht richtig sein können, dafs vielmehr ein Glied, welches die Geschwindigkeit in der ersten Potenz enthält, durchaus nothwendig ist. Es geben daher die Versuche auf Ablaufgeleisen, welche mit wenig Zeitaufwand und ohne jedwede Schwierigkeit an andern geneigten Rangirköpfen wiederholt werden können, ein unwiderlegbares Zeugnifs zu Gunsten der Einwendungen ab, welche der Verfasser dieses Aufsatzes im Centralblatt der Bauverwaltung Seite 170 des Jahrgangs 1881 und im Organ für Fortschritte des Eisenbahnwesens Seite 226 des Jahrgangs 1883 gegen einige neuere Formeln über Widerstände der Eisenbahnfahrzeuge erhoben hat.

Strafsburg, im März 1888. A. Schübler.

Untersuchungen über das Zuschlagen der Schleusenthore im strömenden Wasser.

1. Einleitung.

Das Schliefsen der Thore einer Schleuse während der Zeit, in welcher sie durchströmt wird, gilt mit Recht für nicht ungefährlich und man sucht es gern zu vermeiden. Andererseits sind die Vorstellungen von der Gewalt des Zuschlagens und von den Beanspruchungen, welche die einzelnen Bestandtheile der Thore dabei erleiden, häufig unklar und übertrieben. Der Gegenstand ist insbesondere für Bauten im Ebbe- und Fluth-Gebiet von erheblicher Bedeutung und ein wichtiger Fall dieser Art gab Anlafs zu den nachstehend mitgetheilten Untersuchungen. Dieselben erstrecken sich lediglich auf ein Drehthor mit lothrechter Achse und es wird ein einflügeliges Thor vorausgesetzt, welches sich nach Art vieler Sielthore, in geschlossenem Zustande gegen feste Anschlagsflächen lehnt.

In dem folgenden bedeutet:

l = Thorlänge, rechtwinklig zur Drehachse,
F = eingetauchte Thorfläche,
α = Stellungswinkel des Thores gegen die Ebene der Anschlagsflächen,
v = Strömungsgeschwindigkeit des Wassers,
p = äufsere auf die Flächeneinheit wirkende Kraft,
M = Moment der äufseren Kräfte, auf die Drehachse bezogen,
Q = Gewicht des Thores,
T = sein Trägheitsmoment für die Drehachse,
ω = Winkelgeschwindigkeit,
alles in Metern und Tonnen, ferner
t = Zeit an Secunden,
$u = \frac{l\omega}{v}$ und $k = \frac{\zeta}{2g}$.

2. Kraftmoment und Beschleunigung.

Der Stofsdruck, welchen eine ebene Fläche in strömendem Wasser bei der vergleichsweisen (relativen) Geschwindigkeit c erleidet, ist erfahrungsmäfsig

$$p = \frac{\zeta}{2g} c^2 = kc^2,$$

wobei ζ im allgemeinen zwischen 1,0 und 2,0 liegt. Das im Abstande x von der Drehachse gelegene Flächentheilchen hat die eigene Geschwindigkeit $x \cdot \omega$ und es ist daher für dasselbe

$$(1) \qquad p = k\,(v - x\omega)^2.$$

Die Richtung von p ist der Bewegungsrichtung des Thores gleich oder entgegengesetzt, je nachdem $v - x\omega$ positiv oder negativ ist. Im ersten Falle ist p in Bezug auf die Bewegung eine beschleunigende Kraft, im zweiten Falle ein verzögernder Widerstand.

So lange als die Umfangsgeschwindigkeit $l \cdot \omega$ kleiner als v ist, sind alle äufseren Kräfte gleich gerichtet und das Kraftmoment ist

$$M = k\frac{F}{l}\int_0^l (v - x\omega)^2 x \cdot dx.$$

Wenn dagegen $u = \frac{l \cdot \omega}{v}$ gröfser als 1 ist, so hat man zwischen beschleunigenden und verzögernden Kräften zu unterscheiden. Die Grenzlinie zwischen beiden liegt alsdann im Abstande $\frac{v}{\omega}$ von der Drehachse, und das Kraftmoment ist gleich dem Unterschiede zweier bestimmten Integrale, nämlich

$$M = k\frac{F}{l}\left[\int_0^{\frac{v}{\omega}} (v - x\omega)^2 x \cdot dx - \int_{\frac{v}{\omega}}^{l} (v - x\omega)^2 x \cdot dx\right]$$

Nun ist

$$\int (v - x\omega)^2 x \cdot dx = (v - x\omega)^2 \cdot \frac{x^2}{2} + v\omega\frac{x^3}{3} - \omega^2\frac{x^4}{4}.$$

Hiernach erhält man im ersten Falle, d. i. für $u \leqq 1$,

$$(2) \qquad M = kv^2 Fl\left\{{}^1/_2 - {}^2/_3 u + {}^1/_4 u^2\right\}$$

und im zweiten Falle, d. i. für $u > 1$, nach den nöthigen Umformungen

$$(3) \qquad M = kv^2 Fl\left\{{}^1/_6\left(\frac{1}{u}\right)^2 - {}^1/_2 + {}^2/_3 u - {}^1/_4 u^2\right\}.$$

Der Ausdruck (1) hat eine leicht zu erkennende geometrische Bedeutung. Trägt man nämlich für eine beliebig zu wählende Winkelgeschwindigkeit ω die Stofsdrücke p senkrecht zu der Thorfläche auf, so erhält man im wagerechten Schnitt eine Parabel, deren Scheitel in dem Abstande $\xi = \frac{v}{\omega}$ von der Drehachse liegt. Wenn $\omega > \frac{v}{l}$ ist, so besteht die Druckfläche aus zwei entgegengesetzt gerichteten Parabelzweigen, deren gemeinschaftlicher Scheitel in dem soeben bezeichneten Punkte liegt, wie Abbildung 1 veranschaulicht.

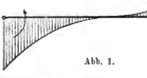


Abb. 1.

Für die Drehbewegung des Thores gilt die Differentialgleichung

$$(4) \qquad \frac{d\omega}{dt} = \frac{M}{T}.$$

Die Beschleunigung $\frac{d\omega}{dt}$ wird gleich Null und die Bewegung somit gleichförmig bei demjenigen Werthe von u, für welchen $M = 0$ ist. Dies ist nur möglich für $u > 1$, für welchen Fall die Gleichung (3) gilt, und man erhält nach derselben

$$u = 1{,}56.$$

Sobald dieser Werth erreicht ist, hört die Beschleunigung der Thorbewegung auf und es kann daher die Winkelgeschwindigkeit des Thores nicht gröfser als $1{,}56\,\frac{v}{l}$ werden. Bedeutet w die gröfste Umfangsgeschwindigkeit, so ist folglich

$$(5) \qquad w \leqq 1{,}56 \cdot v,$$

also unabhängig von der Länge, Tauchtiefe und dem Gewichte des Thores.

Die lebendige Kraft des zuschlagenden Thores ist $= {}^1/_2\,T \cdot \omega^2$ und ihr gröfster Werth, welcher nicht überschritten werden kann, ist, wenn das Gewicht des Thores gleichmäfsig über die Länge vertheilt angenommen und demgemäfs $T = {}^1/_3\,\frac{Q}{g}\,l^2$ wird:

$$(6) \qquad L = {}^1/_6\,\frac{Q}{g}\,w^2 = 0{,}041 \cdot Q\,v^2.$$

3. Beziehungen zwischen Winkelgeschwindigkeit, Drehwinkel und Bewegungsdauer.

Der Drehwinkel, welchen das Thor von dem Beginne der Bewegung an zurücklegen mufs, bis es die Bewegungsgröfse $\frac{l \cdot \omega}{v} = u$ erlangt, kann aus der Beziehung $-d\alpha = \omega \cdot dt$ in Verbindung mit Gl. 4 hergeleitet werden. Man erhält daraus

Abb. 2.

$$-d\alpha = \frac{T \cdot \omega \cdot d\omega}{M} = T\left(\frac{v}{l}\right)^2 \frac{u \cdot du}{M},$$

worin M vermöge der Gleichungen 2 bezw. 3 eine Function von u ist. $d\alpha$ ist negativ zu nehmen, weil der Stellungswinkel α gegen die Ebene der Anschlagsflächen durch die Bewegung kleiner wird.

Für $u \leqq 1$ erhält man

$$(7) \qquad \frac{kFl^3}{T}(\alpha_0 - \alpha) = \int_0^u \frac{u \cdot du}{{}^1\!/_2 - {}^2\!/_3 u + {}^1\!/_4 u^2},$$

für $u > 1$ dagegen

$$(8) \qquad \frac{kFl^3}{T}(\alpha_0 - \alpha) = \int_1^u \frac{u \cdot du}{{}^1\!/_6\left(\frac{1}{u}\right)^2 - {}^1\!/_2 + {}^2\!/_3 u - {}^1\!/_4 u^2} + \int_0^1 \frac{u \cdot du}{{}^1\!/_2 - {}^2\!/_3 u + {}^1\!/_4 u^2}.$$

Das allgemeine Integral der Gleichung 7 ist

$$2\, ln\,({}^1\!/_2 - {}^2\!/_3 u + {}^1\!/_4 u^2) + 8\sqrt{2}\, \operatorname{arctan} \frac{3u - 4}{\sqrt{2}} + C$$

und die bestimmte Integration zwischen den Grenzen 1 und 0 liefert

$$\int_0^1 \frac{u \cdot du}{{}^1\!/_2 - {}^2\!/_3 u + {}^1\!/_4 u^2} = \operatorname{arc}(144^\circ 44' 8'' - 109^\circ 28' 16'') - 2\, ln\, 6 = 3{,}38.$$

Das erste Integral auf der rechten Seite der Gleichung 8 läfst sich zwar auch in endlicher Form darstellen, jedoch ist das Verfahren umständlich, sodafs man zweckmäfsiger eine näherungsweise Integration anwendet.

Die Ausführung der Rechnungen ergiebt, wenn allgemein

$$(9) \qquad \varphi = \alpha_0 - \alpha = \frac{T}{kFl^3} \cdot f(u)$$

gesetzt wird, für $f(u)$ die folgenden Zahlenwerthe:

(10)

für $u = \frac{l \cdot \omega}{v} =$	0	1,0	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,56
ist $f(u) =$	0	3,38	4,78	6,64	9,19	13,03	20,75	∞

Es ist hieraus zu ersehen, dafs das Thor schon nach Zurücklegung eines kleinen Drehwinkels eine verhältnifsmäfsig bedeutende Winkelgeschwindigkeit erlangt und dafs dann die Zunahme der Geschwindigkeit immer langsamer erfolgt. Für $f(u) = 3{,}38$ ist $l \cdot \omega$ bereits $= v$, während die Umfangsgeschwindigkeit erst für $f(u) = 20{,}75$ bis auf $1{,}5 \cdot v$ angewachsen ist und der Grenzwerth $1{,}56 \cdot v$ gar erst für $f(u) = \infty$ erreicht wird.

Wenn das Gewicht gleichmäfsig über die Thorlänge vertheilt angenommen wird, so geht die Gleichung 9 über in

$$(11) \qquad \varphi = \frac{2\,Q}{3\,\zeta\,Fl} \cdot f(u).$$

Beispielsweise ist für $l = 5$ m, $F = 20$ qm, $Q = 6$ tn und $\zeta = 1{,}5$ der Drehwinkel $\varphi = \frac{2}{75} f(u)$ oder in Graden $= 1{,}53\, f(u)$; in diesem Falle ist die Umfangsgeschwindigkeit des Thores schon nach einem Drehwinkel von rund 5° gleich der Strömungsgeschwindigkeit v, während zur Erlangung der Bewegungsgröfse $u = 1{,}30$ bezw. 1,40 und 1,50 ein Drehwinkel φ von rund 14 bezw. 20 und 32° gehört.

Die Ermittlung der Zeitdauer der Bewegung bietet nach dem Vorangegangenen keine Schwierigkeiten. Man kann eine genaue Berechnung unter Anwendung der Differentialgleichung 4 ausführen, einfacher ist es jedoch, sich mit einer Schätzung der Zeitdauer unter Benutzung der Beziehung $\triangle \varphi = \omega \cdot \triangle t$ zwischen Drehwinkel und Zeit zu begnügen. Es sei z. B. für das obige Thor die Zeit zu ermitteln, in welcher dasselbe bei einer Strömungsgeschwindigkeit $v = 0{,}8$ m einen Drehwinkel von 50° beschreibt. Der von dem Thorumfange zurückzulegende Weg ist dann $5{,}0 \cdot 0{,}8727 =$ rund 4,36 m; die Umfangsgeschwindigkeit ist bereits nach 5° gleich $v = 0{,}8$ m und wächst dann bis auf $1{,}56 \cdot 0{,}8 = 1{,}25$ m, sie ist für die letzten 18° gröfser als 1,20 m. Schätzt man demgemäfs die durchschnittliche Geschwindigkeit auf 1 m, so ergiebt sich die erforderliche Zeit $t = 4{,}36$ oder rund 5 Secunden.

4. Bewegung des Thores bei gestautem Oberwasser.

Man denke sich das Thor geschlossen, den Thoranschlag auslösbar und in dem Augenblicke, wo das Wasserspiegelgefälle vor dem Thore $= h$ ist, plötzlich beseitigt. Das Thor wird dann sofort in Bewegung gerathen und bei der Bewegung geht dadurch, dafs das Oberwasser dem sich fortbewegenden Thore nachdrängt, ein Theil des Gefälles verloren, weshalb der Druck gegen die Vorderseite allmählich etwas geringer wird als in der Ruhelage. Das Unterwasser befindet sich anfangs in Ruhe, und der Widerstand, welchen es der Bewegung entgegensetzt, ist für ein Flächentheilchen df im Abstande x von der Drehachse $= k\,(x \cdot \omega)^2\, df$. Zufolge der allmählich eintretenden Abflufsgeschwindigkeit des Unterwassers wird auch dieser Widerstand im Laufe der Bewegung etwas vermindert. Solange nun der Stellungswinkel α des Thores noch sehr spitz ist, können beide Veränderungen, nämlich die Verminderung der auf die Vorderfläche wirkenden bewegenden Kraft und des auf der Hinterseite auftretenden verzögernden Widerstandes, als klein und noch dazu einander annähernd aufhebend vernachlässigt werden. Man hat daher

$$(12) \qquad \begin{cases} p = h - k\,(x \cdot \omega)^2 \text{ und} \\ M = Fl\left\{\frac{h}{2} - k\frac{l^2\omega^2}{4}\right\}. \end{cases}$$

Hieraus folgt

$$d\alpha = \frac{T \cdot \omega \cdot d\omega}{M} = \frac{T}{F \cdot l} \cdot \frac{\omega \cdot d\omega}{\frac{h}{2} - k\frac{l^2\omega^2}{4}}$$

und durch Integration, indem für $\omega = 0$ auch $\alpha = 0$ gesetzt wird,

$$(13) \qquad \alpha = \frac{2\,T}{k \cdot Fl^3} \cdot ln \frac{2h}{2h - k\omega^2 l^2}.$$

Die Beschleunigung hört auf, wenn $M = 0$ wird. Nach Gleichung 12 ist solches der Fall für

$$(14)\quad l\omega = \sqrt{\frac{2h}{k}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{gh}{\zeta}}$$

und gröfser kann demnach die Umfangsgeschwindigkeit nicht werden.

Der volle Betrag dieses Höchstwerthes wird praktisch nicht erreicht; begnügt man sich aber mit der Annäherung $l \cdot \omega = 0{,}99 \sqrt{\frac{2h}{k}}$, so liefert die Gleichung 13 denjenigen Drehwinkel β, nach dessen Zurücklegung die Bewegung gleichförmig wird, nämlich $\beta = 7{,}82 \frac{T}{k F l^3}$, wofür man auch setzen kann

$$(15)\quad \beta = 5{,}21 \frac{Q}{\zeta \cdot F \cdot l}.$$

Der Höchstwerth der Winkelgeschwindigkeit wird, wie aus der Vergleichung mit den Formeln 10 und 11 hervorgeht, hierbei schon nach der Zurücklegung eines erheblich kleineren Drehwinkels als in dem früher untersuchten Falle erreicht.

Die gröfste lebendige Kraft, welche das Thor erlangt, berechnet sich zu

$$(16)\quad L = \frac{T \cdot h}{l^2 \cdot k} = {}^2/_3 \cdot \frac{Q\,h}{\zeta}.$$

Beispiel. Es sei $l = 5\,\text{m}$, $Q = 6\,\text{tn}$, $F = 20\,\text{qm}$, $\zeta = 1{,}5$ und $h = 0{,}20\,\text{m}$. Der Drehwinkel, bei welchem die gröfste Geschwindigkeit erreicht wird, ist

$$\beta = 5{,}21 \frac{6}{1{,}5 \cdot 5{,}0 \cdot 20} = 0{,}208 = \text{rund } 12^\circ$$

und die gröfste lebendige Kraft

$$L = {}^2/_3 \frac{6 \cdot 0{,}20}{1{,}5} = 0{,}533\ \text{mtn.}$$

Die gröfste Umfangsgeschwindigkeit ist

$$w = 2 \sqrt{\frac{9{,}81 \cdot 0{,}20}{1{,}5}} = 2{,}29\,\text{m.}$$

Mit der gleichen Geschwindigkeit und lebendigen Kraft wird auch das Zuschlagen des Thores erfolgen, wenn dieses unter einem spitzen Stellungswinkel $\overline{>}\,12^\circ$ eine zeitlang durch Rückhaltketten festgehalten und in dem Augenblicke, wo die Stauhöhe 0,20 m beträgt, frei gelassen wird. Man erkennt, dafs die vollen Stofswirkungen bereits bei dem freien Zuschlagen aus nur $5{,}0 \cdot 0{,}208 = 1{,}04\,\text{m}$ Abstand der Schlagsäule von ihrer Anschlagsfläche eintreten.

5. Anwendbarkeit.

Die vorstehenden Untersuchungen sind unter Voraussetzung einer nahezu rechtwinklig zur Strömung gerichteten Thorlage geführt; sie gelten daher zunächst nur für kleine Stellungswinkel α. Der Stofsdruck des strömenden Wassers ist bei nahezu geöffnetem Thore geringer, als Formel 1 angiebt, demgemäfs ist auch das Kraftmoment M und die Beschleunigung $\frac{d\omega}{dt}$ etwas kleiner und es ist ein gröfserer Drehwinkel zur Erlangung des Höchstwerthes der Geschwindigkeit erforderlich; der letztere aber bleibt unverändert.

Eine andere Voraussetzung war bei den Untersuchungen in Abschnitt 2 und 3 die Gleichförmigkeit der Strömungsgeschwindigkeit v während der ganzen Bewegungsdauer und eine gleich grofse Strömungsgeschwindigkeit vor und hinter dem Thore. Beides wird nur dann annähernd zutreffen, wenn das geschlossene Thor nicht das ganze Durchflufsprofil, sondern nur einen kleinen Bruchtheil desselben absperrt, sodafs zu beiden Seiten, über und unter dem Thore noch das Wasser freien Abflufs findet. Wenn jedoch ein ganz oder nahezu völliger Abschlufs durch das Zugehen des Thores herbeigeführt wird — und dieser Fall ist für die Anwendung am wichtigsten — so treten andere Erscheinungen auf. Die durchfliefsende Wassermenge wird dann während des Zugehens des Thores kleiner, oberhalb tritt ein Aufstau ein und unterhalb läuft das Wasser tiefer ab. Der Stofsdruck des gegen die Vorderfläche strömenden Wassers geht in einen dem sich bildenden Gefälle entsprechenden ruhenden Wasserdruck über und unterhalb treten Wirbelbewegungen an die Stelle der regelmäfsigen Abströmung.

Vollzieht sich nun der Uebergang aus der geöffneten in die geschlossene Lage ohne Aufenthalt und in nur wenigen Secunden, so dürfte die frühere Untersuchung zwar nicht mehr theoretisch, aber doch praktisch noch anwendbar sein. Der Aufstau oberhalb bildet sich dann nämlich im wesentlichen erst nach erfolgtem Zuschlagen des Thores aus und die Abflufsgeschwindigkeit dauert nach dem Gesetze der Trägheit noch fort; das Thor bewegt sich also der Hauptsache nach mit und unter dem Einflusse der anfänglich vorhandenen Strömung. Durch die unterhalb allmählich entstehenden Wirbelbewegungen und die Verminderung der Abflufsgeschwindigkeit wird der Widerstand des zurückzudrängenden Wassers vergröfsert und dadurch die Zunahme des Druckes gegen die Vorderfläche, welche infolge des sich allmählich bildenden Aufstaues entsteht, ganz oder theilweise ausgeglichen.

Sofern jedoch schon vor dem Zuschlagen ein merklicher Aufstau entstanden sein sollte, so würde annähernd die in dem vierten Abschnitte geführte Untersuchung zur Anwendung kommen.

6. Thore mit Durchflufsöffnungen.

Dadurch, dafs ein Theil der Thorfläche durch Schütze oder Drehklappen beweglich gemacht wird, kann man die eingetauchte Fläche während der Bewegung verkleinern. Solche Oeffnungen vermindern das Moment des gegen die Vorderseite des Thores gerichteten Stofsdruckes in doppelter Weise, indem sowohl die getroffene Fläche als die durch Verengung des Durchflufsprofils erzeugte Stauhöhe bei allen Thorstellungen geringer wird.

Es ist leicht zu erkennen, dafs die Bewegung des Thores dabei mit verminderter Beschleunigung vor sich geht und dafs erst nach Zurücklegung eines gröfseren Drehwinkels als bei einem Thore ohne Oeffnungen der Grenzwerth der Geschwindigkeit erreicht wird. Dieser Grenzwerth selber und damit der Grenzwerth der lebendigen Kraft des bewegten Thores wird aber nicht in allen Fällen durch die Oeffnungen verkleinert, sondern kann unter Umständen durch dieselben sogar erheblich vergröfsert werden. Die Lage der Oeffnungen zur Drehachse ist darauf von entscheidendem Einflusse. Es tritt nämlich die Gleichförmigkeit der Drehbewegung erst dann ein, wenn die

treibende Kraft des zufließenden dem Widerstande des zurückgedrängten Wassers in Bezug auf die Drehachse das Gleichgewicht hält. Nun wirken die Widerstände hauptsächlich auf die äußeren, d. h. nahe der Schlagsäule gelegenen Theile; verkleinert man also dieselben, so ist eine größere Winkelgeschwindigkeit zur Herstellung des Gleichgewichts nothwendig.

In entgegengesetztem Sinne, d. i. auf Verminderung des Grenzwerthes der Geschwindigkeit und der lebendigen Kraft, wirkt die Fortnahme der Bekleidung in der Nähe der Drehachse, und es ergiebt sich die Nutzanwendung, dafs man Oeffnungen in der Thorfläche, sofern sie überhaupt in Frage kommen, ausschliefslich in die Thormitte oder in die Nähe der Wendesäule legen, in der Nähe der Schlagsäule aber vermeiden sollte.

7. Stofswirkungen im allgemeinen.

Die Untersuchung der Stofswirkungen läfst sich wegen ihrer Abhängigkeit von den Eigenschaften des Materials nur annäherungsweise und unter solchen vereinfachenden Annahmen führen, die in Wirklichkeit niemals ganz zutreffen. Sie ist deswegen jedoch nicht überflüssig, da man durch sie wenigstens zu einigermafsen brauchbaren Anhaltspunkten für die Beurtheilung der Stofswirkungen und für die im gegebenen Falle passende Thorconstruction gelangt.

Der Stofs kann sowohl hinsichtlich der Bewegung des stofsenden Körpers als hinsichtlich der in den einzelnen Theilen desselben auftretenden inneren Kräfte vollständig ersetzt gedacht werden durch den als äufsere Kraft in der Stofsfläche angreifenden und im allgemeinen nur eine sehr kurze Zeit in schneller Veränderlichkeit wirksamen Stofsdruck D.

Bekanntlich bewegt sich der Schwerpunkt eines Körpers so, als ob sämtliche äufseren Kräfte mit unveränderter Gröfse und Richtung auf die in ihm vereinigt gedachte ganze Masse einwirkten. Die inneren Kräfte zwischen den einzelnen Massentheilchen sind auf die Schwerpunktsbewegung ohne Einflufs. Es mufs daher die Bewegung eines durch den Stofs zur Ruhe kommenden Körpers in der Weise vor sich gehen, dafs die Bedingung $\mathfrak{A} = \Sigma(D \cdot \triangle s)$ erfüllt wird, worin $\mathfrak{A}$ den nach dem Stofse übrig gebliebenen Theil der lebendigen Kraft und $s = \Sigma \triangle s$ den Weg bedeutet, welchen der Schwerpunkt in einer der Stofskraft D entgegengesetzten Richtung zurücklegt.

Der Weg s entsteht im allgemeinen

1. aus der Verschiebung des Angriffspunktes von D, indem die Stofsfläche des getroffenen Körpers unter dem auf sie ausgeübten Drucke zurückweicht oder die stofsenden Theile unter Ueberwindung des Widerstandes D in die gestofsenen eindringen,

2. durch Biegung der nicht unmittelbar anfstofsenden Theile, wodurch der Schwerpunkt des ganzen Körpers vorrückt,

3. durch die Zusammenpressung des stofsenden Körpers, wodurch sein Schwerpunkt ebenfalls in der Stofsrichtung vorwärts gelangt, wie z. B. beim Plattdrücken einer Kugel an einer harten Wand.

Diese drei Bewegungen mögen der Reihe nach mit s', s'' und s''' bezeichnet werden. Da die veränderliche Stofskraft während der Zurücklegung des Weges s allmählich von 0 bis zu ihrem Höchstwerthe zunimmt, so kann die verrichtete Arbeit annähernd $= \frac{Ds}{2}$ gesetzt werden, wenn unter D nunmehr jener Höchstwerth verstanden wird. Das giebt die Gleichung

$$(17) \quad \mathfrak{A} = {}^1\!/_2\, D(s' + s'' + s''').$$

Sollen die Stofswirkungen unschädlich sein, so dürfen die Grenzen der Elasticität oder Festigkeit des Materials an keiner Stelle und in keinem Augenblicke erreicht oder gar überschritten werden. Dazu gehört, wie man leicht erkennt, ein möglichst kleiner Werth von D, weshalb man die Summe $s' + s'' + s'''$, so grofs als möglich zu machen hat.

Die Gröfse s' hängt von der Beschaffenheit der Anschlagsflächen ab, welche den Stofs aufzunehmen haben. Je nachgiebiger dieselben sind, desto gröfser wird s' und desto geringere Formänderungen erleidet der stofsende Körper. Es ist daher nützlich, die Stofsflächen weich und nachgiebig zu machen.

Die Schwerpunktbewegung s'' ist besonders bei dem Stofse stab- oder plattenförmiger Körper bemerkbar. Wie dieselbe entsteht, zeigt Abbildung 3, welche die Durchbiegung eines elastischen Stabes veranschaulicht, dessen Enden gegen feste Auflagerpunkte stofsen. Der Schwerpunkt S rückt unter allmählich zunehmendem Auflagerdrucke über die Linie AB hinaus

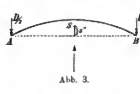


Abb. 3.

und der Stab verrichtet, obwohl die Stofspunkte unbeweglich bleiben, die Arbeit $\mathfrak{A}'' = \frac{Ds''}{2}$. Der gröfste Druck D steht mit der gröfsten Durchbiegung δ und diese mit s'' im Zusammenhange, und die Arbeit $\mathfrak{A}''$ wird bei einem um so kleineren Stofsdrucke verrichtet, je gröfser s'', d. h. je biegsamer der Stab ist.

Die Gröfse s''' kann, soweit sie aus der Zusammenpressung des Materials der eigentlichen Schlagsäule entsteht, vernachlässigt und, sofern Polster, Buffer u. dergl. an der Schlagsäule angebracht sind, als zu s' gehörig angesehen werden.

In gleicher Weise wie der ganze Körper verliert auch jeder einzelne Bestandtheil desselben, indem er zum Stillstande kommt, seine lebendige Kraft und für jeden mufs die Bedingung 17 einzeln erfüllt sein, wobei die Inanspruchnahme der Verbindungen als Stofskraft zu betrachten ist.

8. Die Thorbekleidung.

Wir setzen einen hölzernen Belag mit lothrecht gestellten Bohlen voraus und betrachten die von der Drehachse entfernteste Bohle. Ihre Breite sei $= b$, die Stärke $= e$ und die Länge, gleich Riegelabstand, $= a$, ferner ihre Masse $m = \gamma bea$ und ihre Geschwindigkeit $= w$. Bei dem Stofse wird die Bohle gegen die Riegel geprefst, wobei sie sich um δ durchbiegt und einen gröfsten Druck $= \frac{D}{2}$ auf jeden Stützpunkt ausübt. Indem die Riegel nicht plötzlich zum Stillstande gelangen, so legt der Angriffspunkt des Stofsdruckes einen Weg $= s'$ zurück; die Zusammenpressung der Fasern an den Stützpunkten möge vernachlässigt werden.

Die Beziehung zwischen D und δ wird man annähernd derjenigen gleich setzen dürfen, welche bei der gleich grofsen Durchbiegung der Bohle unter einer gleichmäfsig über ihre Länge vertheilten Belastung stattfindet. In diesem Falle ist

bekanntlich, wenn man freie Auflagerung an den Enden annimmt, das gröfste Biegungsmoment

$$\mathfrak{M} = \frac{Da}{8},$$

die gröfste Beanspruchung

$$\sigma = \frac{\mathfrak{M}\cdot e}{J\cdot 2} = {}^3/_4\,\frac{Da}{b\,e^2}$$

und die gröfste Durchbiegung

$$\delta = {}^5/_{384}\,\frac{Da^3}{E\cdot J} = {}^5/_{24}\,\frac{\sigma\cdot a^2}{E\cdot e},$$

worin J das Trägheitsmoment des Querschnittes und E den Elasticitätsmodul bedeutet.

Die Durchbiegung s'' des Schwerpunktes ist annähernd $= {}^2/_3\,\delta$, ferner ist

$$\mathfrak{A} = \frac{D}{2}(s' + s'').$$

Dies giebt die Beziehungen

$$\sigma = {}^3/_2\cdot\frac{a}{be^2}\cdot\frac{\mathfrak{A}}{s'+s''} \qquad (18)$$

und

$$s'' = {}^5/_{36}\cdot\frac{\sigma\cdot a^2}{E\cdot e}. \qquad (19)$$

Aus diesen beiden Gleichungen kann, wenn $\mathfrak{A}$ und s' bekannt ist, σ und s'' und zwar am besten durch einige Versuchsrechnungen, sodann auch der gröfste Stofsdruck, nämlich

$$D = {}^4/_3\cdot\frac{b\,e^2}{a}\cdot\sigma \qquad (20)$$

gefunden werden.

Die lebendige Kraft der Bohle ist

$$L = m\,\frac{w^2}{2} = \gamma\,b\,e\,a\,\frac{w^2}{2}$$

und für Holz ist, alles auf Meter und Tonnen bezogen,

$$\gamma = \frac{0{,}800}{9{,}81} = 0{,}0816$$

$$E = 1\,200\,000.$$

Führt man diese Werthe in die Gleichungen 18 und 19 ein und setzt $\mathfrak{A} = L$, so erhält man

$$(21)\quad \begin{cases} \sigma = 0{,}0612\cdot\dfrac{a^2}{e}\cdot\dfrac{w^2}{s'+s''} \text{ und} \\ s'' = \dfrac{\sigma}{8\,640\,000}\cdot\dfrac{a^2}{e}. \end{cases}$$

Die Stofswirkungen werden am gröfsten, wenn $s' = 0$ ist und die obigen Formeln ergeben alsdann

$$\sigma = 727\cdot w, \qquad (22)$$

also unabhängig von der Belagstärke und dem Riegelabstande.

In diesem ungünstigsten Falle wird die Elasticitätsgrenze der Faserspannung schon bei $w = 3{,}44$ m erreicht, nämlich

$$\sigma = 2500\,\frac{\text{tn}}{\text{qm}} = 250\,\frac{\text{kg}}{\text{qcm}}$$

und zugleich erhält auch die Scheerkraft einen hohen Werth. Dieselbe ist an den Enden $= \dfrac{D}{2}$ und die gröfste Schubspannung $\sigma' = {}^3/_2\cdot\dfrac{{}^1/_2 D}{be}$ oder zufolge Formel 20

$$\sigma' = \sigma\,\frac{e}{a}. \qquad (23)$$

Nimmt man z. B. $w = 3$ m, $a = 1$ m und $e = 0{,}08$ m, so wird

$$\sigma = 3\cdot 727 = 2181\,\frac{\text{tn}}{\text{qm}} = 218{,}1\,\frac{\text{kg}}{\text{qcm}},$$

$$\sigma' = 2181\cdot\frac{0{,}08}{1{,}0} = 174{,}5\,\frac{\text{tn}}{\text{qm}}$$

und der ganze auf die Riegel ausgeübte Druck

$$D = {}^4/_3\,2181\cdot b\cdot\frac{\overline{0{,}08}^2}{1{,}0} = b\cdot 18{,}6\text{ tn}$$

oder so grofs wie bei einem Wasserdruck von 18,6 m Höhe. Wollte man hierbei den Belag noch stärker machen oder die Riegel enger stellen, so würde die Beanspruchung σ unverändert bleiben, aber der Druck D und die Schubspannung σ' noch gröfser werden.

Bei einem sehr harten Stofse könnte demnach die Gefahr des Zerbrechens oder Verstauchens schon bei Geschwindigkeiten von 3 m oder etwas darüber eintreten.

Im allgemeinen ist jedoch s' nicht $= 0$ und dann ermäfsigen sich die Stofswirkungen bedeutend. Nach den Formeln 18 bis 20 läfst sich eine unmittelbare Beziehung zwischen s' und der gröfsten Spannung σ aufstellen. Dieselbe lautet

$$s' = \frac{a^2}{e}\left\{{}^3/_4\,\gamma\,\frac{w^2}{\sigma} - {}^5/_{36}\,\frac{\sigma}{E}\right\} \qquad (24)$$

und giebt die Gröfse der Strecke s', um welche der Angriffspunkt der Stofskraft nachgeben mufs, wenn die Spannung σ nicht überschritten werden soll. Der Druck D ist dann durch Formel 20 gegeben. Beispielsweise erhält man für Holz, indem $\gamma = 0{,}0816$ und $E = 1\,200\,000$ gesetzt wird:

$$s' = \frac{a^2}{e}\left\{0{,}0612\,\frac{w^2}{\sigma} - \frac{\sigma}{8\,640\,000}\right\} \qquad (25)$$

Wie diese Gleichung zeigt, kann man die Beanspruchung der Bohle durch Vergröfserung von s' sehr ermäfsigen und man kommt bei gegebener Beanspruchung σ mit einem um so kleineren Werthe von s' aus, je stärker der Belag und je enger die Riegelstellung ist. Jedoch wächst dabei der Druck D und die Schubspannung σ'.

Die vorstehenden Entwicklungen gelten auch für eine eiserne Blechhaut als Thorbekleidung. Die Formeln 18 bis 20 sind darauf ohne weiteres anwendbar und wenn man die bezüglichen Zahlenwerthe, nämlich

$$\gamma = \frac{7{,}80}{9{,}81} = 0{,}795 \text{ und } E = 20\,000\,000$$

einsetzt, so ergiebt sich die der Formel 25 entsprechende Beziehung

$$s' = \frac{a^2}{e}\left\{0{,}597\,\frac{w^2}{\sigma} - \frac{\sigma}{144\,000\,000}\right\}. \qquad (26)$$

In Formel 25 wird $s' = 0$ für $w = \dfrac{\sigma}{727}$ und in Formel 26 für $w = \dfrac{\sigma}{9270}$. Setzt man σ gleich der Spannung an der Elasticitätsgrenze, so erhält man im ersten Falle eine gröfsere Geschwindigkeit w als im zweiten, der hölzerne Belag vermag daher harte Stöfse besser auszuhalten als der eiserne.

Das Vorangegangene bezog sich auf die äufserste Bohle. Bei den übrigen ist die Geschwindigkeit und lebendige Kraft

kleiner und es ist leicht zu ersehen, dafs dabei auch die Stofswirkungen geringer werden.

9. Stofswirkungen auf die Riegel, Wende- und Schlagsäule.

Wir betrachten zunächst einen einzelnen, um die Drehachse schwingenden Stab, in welchem wir uns die ganze Masse des Thores vereinigt denken. Der gröfste auf das freie Ende wirkende Stofsdruck sei $= P$, der von dem Angriffspunkte desselben zurückgelegte Weg wieder $= s'$, ferner seien R und S die auf die Drehachse wirkenden Kräfte in dem aus Abbildung 4 ersichtlichen Sinne, $w =$ Umfangsgeschwindigkeit und $Q =$ Gewicht des Stabes, letzteres gleichmäfsig über die Länge l vertheilt angenommen. Die gröfste Durchbiegung des Stabes sei $= \delta$ und die Schwerpunktsdurchbiegung $s'' = \frac{2}{3}\delta$.

Abb. 4.

Man hat

$$(27) \quad \begin{cases} L = \frac{1}{3} \frac{Q \cdot w^2}{g \cdot 2} \text{ und} \\ \mathfrak{A} = \frac{1}{2}\{Ps' + (P+R)s''\}. \end{cases}$$

Es möge der Stab zunächst als völlig starr angesehen werden. Dann ist $s'' = 0$ und man erhält, wenn wieder $\mathfrak{A} = L$ gesetzt wird,

$$(28) \quad P = \frac{1}{3} \cdot \frac{Q \cdot w^2}{g \cdot s'}.$$

Die Verzögerung, welche ein Massentheilchen m im Abstande x von der Drehachse unter Einwirkung der Kraft P erleidet, ist $\frac{dv}{dt} = x\frac{d\omega}{dt} = x\frac{Pl}{T}$ und zufolge (28)

$$(29) \quad \frac{dv}{dt} = \frac{x}{l} \frac{w^2}{s'},$$

woraus sich weiter ergiebt

$$\Sigma\left(m\frac{dv}{dt}\right) = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q \cdot w^2}{g \cdot s'}.$$

Nach den allgemeinen Bewegungsgesetzen gelten die Gleichungen

$$R + P - \Sigma\left(m\frac{dv}{dt}\right) = 0 \text{ und}$$

$$S - \Sigma(m\omega^2 x) = 0.$$

Dies giebt

$$R = \frac{1}{6} \cdot \frac{Q \cdot w^2}{g \cdot s'} \text{ und } S = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q \cdot w^2}{g \cdot l}.$$

Es ist also $R = \frac{P}{2}$ und der ganze auf beide Stützpunkte ausgeübte Stofsdruck

$$D = P + R = \frac{3}{2} P.$$

Die Kraft S ist nicht als Stofskraft anzusehen, denn sie war vor dem Stofse vorhanden und hört bei demselben allmählich auf, während umgekehrt die Kraft R erst bei dem Stofse entsteht und zugleich mit P bis zu dem obigen Höchstwerthe anwächst.

Auf den Stab wirken die verzögernden Kräfte $m\frac{dv}{dt}$ wie eine entsprechende Belastung von der Gesamtgröfse $D = \frac{3}{2} P$ und diese Belastung ist zufolge (29) eine mit dem Abstande von der Drehachse gleichmäfsig zunehmende, wie in Abbildung 5 dargestellt.

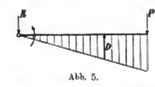


Abb. 5.

Wenn s'' nicht $= 0$ ist, so verhalten sich die Beschleunigungen der einzelnen Massentheilchen etwas abweichend und dabei ändert sich neben der Gröfse der Belastung D auch die Form der Belastungsfläche. Die genaue Ermittlung der letzteren würde sehr schwierig sein, läfst sich aber vermeiden, wenn man erwägt, dafs das gröfste Angriffsmoment bei gegebener Lastgröfse D durch kleine Veränderungen in der Lastvertheilung fast gar nicht beeinflufst wird. Man kann daher das Verhältnifs $D:P:R = 3:2:1$ beibehalten und $\mathfrak{M} = \frac{Dl}{8}$ als hinreichend genauen Näherungswerth annehmen.

Dann erhalten wir aus den Gleichungen 27

$$\frac{1}{3} \cdot \frac{Q \cdot w^2}{g \cdot 2} = \frac{D}{3}(s' + \frac{3}{2} s'')$$

oder wegen $s'' = \frac{2}{3}\delta$

$$(30) \quad D = \frac{w^2 \cdot Q}{2g \cdot (s' + \delta)}$$

und wenn J das Trägheitsmoment und h die Höhe des Stabquerschnittes bedeutet, so ist

$$(31) \quad \sigma = \frac{\mathfrak{M} \cdot h}{J \cdot 2} = \frac{1}{16} \cdot \frac{Dlh}{J}$$

und weiter in Verbindung mit (30)

$$(32) \quad \sigma = \frac{1}{32} \frac{Q \cdot w^2 \cdot l \cdot h}{g \cdot J(s' + \delta)}.$$

Auch für die Durchbiegung δ ist dieselbe Formel wie bei einer gleichförmig vertheilten Belastung von der gleichen Lastgröfse D anwendbar, nämlich

$$\delta = \frac{5}{384} \cdot \frac{Dl^3}{E \cdot J} \text{ oder wegen Formel 31,}$$

$$(33) \quad \delta = \frac{5}{24} \frac{\sigma \cdot l^2}{E \cdot h}.$$

Die Gleichungen 30 bis 33 sind zur Berechnung der Stofswirkungen ausreichend.

Wenn z. B. s' bekannt ist, so erhält man, am besten durch einige Versuchsrechnungen, die Beanspruchung σ, welcher der Stab bei den Querschnittsgröfsen J und h zu widerstehen hat, aus den beiden letzten Gleichungen, dann D aus 30 und weiter P und R, d. i. die Stofskräfte auf Schlagsäule und Wendesäule. Wäre dagegen nur der Querschnitt des Stabes gegeben, so würde man denjenigen Werth von s', welchen der Angriffspunkt des Stofsdruckes P zurücklegen mufs, damit eine gegebene Beanspruchung σ nicht überschritten wird, aus den Formeln 33 und 32, ferner D aus Formel 31 oder 30 erhalten.

Die bezügliche Formel für s' lautet

$$(34) \quad s' = \frac{1}{32} \cdot \frac{Q \cdot w^2 \cdot l \cdot h}{g \cdot J \cdot \sigma} - \frac{5}{24} \frac{\sigma \cdot l^2}{E \cdot h}.$$

Sie gilt, gleichwie die Formeln 30 bis 33, sowohl für Eisen als für Holz und nicht blos für rechteckige, sondern auch für Iförmige und ähnliche regelmäfsige Querschnitte.

Bei der Anwendung auf das eine Anzahl Riegel enthaltende Thor hat man entweder für Q das ganze Thorgewicht

und für J die Summe der Trägheitsmomente sämtlicher Riegel einzusetzen, oder man behandelt jeden Riegel für sich und setzt dann Q gleich dem entsprechenden Antheil des ganzen Thorgewichtes.

Es möge noch kurz der Fall betrachtet werden, in welchem das Thor aus einer Tafel von wagerechten hölzernen Balken besteht, welche dicht an einander gereiht sind und keine Bekleidung zu tragen haben. Für einen solchen Balken von der Breite b und der Stärke h ist

$$J = \frac{bh^2}{12} \text{ und } \frac{Q}{g} = 0{,}0816\, bhl.$$

Die Formeln 32 und 34 lauten dann

$$(35) \quad \sigma = 0{,}0306 \frac{l^2 \cdot w^2}{h(s' + \delta)} \text{ und}$$

$$(36) \quad s' = \frac{l^2}{h}\left\{0{,}0306 \frac{w^2}{\sigma} - \frac{\sigma}{5\,760\,000}\right\}.$$

Die Klammer auf der rechten Seite der letzten Gleichung ist gleich 0 für

$$(37) \quad \sigma = 420 \cdot w$$

und dies ist also die gröfste Beanspruchung, welche der Balken bei einem völlig harten Stofse erleiden würde. Dieser Grenzwerth ist unabhängig von der Balkenstärke und Thorweite.

10. Beispiel.

Es sei $l = 5$ m, Riegelabstand $a = 1{,}0$ m, Belagstärke $e = 0{,}06$ m und der Riegelquerschnitt $b = 0{,}30$ und $h = 0{,}40$ m; das Gewicht des Thorstreifens von der Höhe $a = 1$ m sei gleich 0,90 tn; die Beanspruchung soll nicht gröfser als $\sigma = 800 \frac{\text{tn}}{\text{qm}}$ werden und es sei beim Zuschlagen auf eine Geschwindigkeit $w = 2{,}5$ m zu rechnen. Aus Formel 37 ist zu erkennen, dafs s' nicht gleich 0 sein darf, denn alsdann würde der Riegel schon vermöge der lebendigen Kraft seiner eigenen Masse, ohne die Bekleidung, eine Beanspruchung $= 420 \cdot 2{,}5$ d. i. > 800 erleiden. Man erhält $J = \frac{0{,}30 \cdot \overline{0{,}40}^3}{12} = 0{,}0016$ und für $\sigma = 800$ aus Formel 33

$$\delta = {}^5/_{24} \frac{800 \cdot \overline{25}^2}{1\,200\,000 \cdot 0{,}40} = 0{,}0087$$

und aus Formel 32:

$$s' + \delta = \frac{0{,}90 \cdot \overline{2{,}5}^2 \cdot 5 \cdot 0{,}40}{32 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}0016 \cdot 800} = 0{,}0280 \text{ m},$$

daher $s' = 0{,}0193$ m.

Weiter findet man nach (30)

$$D = \frac{0{,}90 \cdot \overline{2{,}5}^2}{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}0280} = \text{rund } 10{,}2 \text{ tn},$$

mithin $P = 6{,}8$ und $R = 3{,}4$ tn.

Damit das Thor den Stofswirkungen gut widerstehen kann, mufs die Schlagsäule gegen Polster, Buffer oder dergl. schlagen oder mit solchen an ihrer Anschlagsfläche versehen sein, und zwar müssen dieselben derartig eingerichtet sein, dafs sie unter dem Drucke von 6,8 tn für jeden Riegel um mindestens 0,0193 m gleich rund 20 mm nachgeben. Sind die Polster noch nachgiebiger, so bleibt die Beanspruchung der Riegel $< 800 \frac{\text{tn}}{\text{qm}}$, während sie im entgegengesetzten Falle gröfser wird.

Die Beanspruchung der äufsersten Bohle ergiebt sich aus den Gleichungen 21, indem darin $s' = 0{,}020$ m gesetzt wird. Nimmt man zunächst $s'' = 0$ an, so folgt als erster Näherungswerth

$$\sigma = \frac{0{,}0612 \cdot \overline{1{,}0}^2 \cdot \overline{2{,}5}^2}{0{,}06 \cdot 0{,}020} = 318 \text{ und}$$

$$s'' = \frac{318 \cdot \overline{1{,}0}^2}{8\,640\,000 \cdot 0{,}06} = 0{,}00061,$$

sodann genauer $\sigma = 310 \frac{\text{tn}}{\text{qm}}$. Die übrigen Bohlen werden noch weniger beansprucht.

Der Stofsdruck P ist so grofs, wie bei einem Wasserspiegelgefälle von $2 \cdot \frac{6{,}8}{5{,}0 \cdot 1{,}0} = 2{,}72$ m vor dem geschlossenen Thore, die Beanspruchung des Riegels kommt derjenigen bei dem Wasserdrucke $\frac{D}{l \cdot a} = \frac{10{,}2}{5 \cdot 1{,}0} = 2{,}04$ m gleich, diejenige der äufsersten Bohle nach Formel 20 der Druckhöhe

$$^4/_3 \left(\frac{e}{a}\right)^2 \sigma = {}^4/_3 \left(\frac{0{,}06}{1{,}0}\right)^2 \cdot 310 = \text{rund } 1{,}49 \text{ m}.$$

Wäre der gröfste Wasserdruck, welchen das geschlossene Thor auszuhalten hat, kleiner, z. B. nur $= 0{,}50$ m, so könnte das Thor leichter construirt und dadurch die auf die Polster entfallende Pressung P ermäfsigt werden.

Für ein 0,50 m hohes Gefälle genügt die Bohlenstärke $e = 0{,}025$, wofür 0,04 m genommen werden möge, die Riegel haben mit $b = 0{,}21$ und $h = 0{,}28$ m ausreichende Stärke, das Gewicht Q ermäfsigt sich dadurch um rund 0,30 tn und beträgt also nur rund 0,60 tn. Hierfür erhält man in derselben Weise wie vorhin $J = 0{,}000384$, $\delta = 0{,}0124$, $s' + \delta = 0{,}0545$ und $s' = 0{,}0421$ gleich rund 42 mm; ferner $D = 3{,}50$ tn und also $P = 2{,}33$, $R = 1{,}17$ tn. Die Polster haben daher einen gröfsten Druck von nur 2,33 tn auf jeden Riegel auszuhalten und sie müssen sich dabei um mindestens 42 mm zusammenpressen, also nachgiebiger als vorhin sein. Die Beanspruchung der Bohlen wird noch geringer als vorhin, nämlich nur gleich rund $225 \frac{\text{tn}}{\text{qm}}$.

Würden die für den zweiten Fall genügenden Polster, also solche, welche unter dem Drucke von 2,33 tn bereits um 42 mm nachgeben, auch im ersten Falle vorhanden sein, so würde s' einen erheblich gröfseren Werth als 20 mm erlangen und die Beanspruchung des Riegels würde kleiner als $800 \frac{\text{tn}}{\text{qm}}$ sein.

Wenn die Beziehung zwischen dem Druck P und der Zusammenpressung s' gegeben ist, so lassen sich für einen gegebenen Fall die bezüglichen Werthe von P, s' und σ durch einige Versuchsrechnungen ermitteln.

Zu den aus der lebendigen Kraft des Thores entspringenden Stofswirkungen treten noch diejenigen Beanspruchungen hinzu, welche sich aus dem Drucke oder Stofse des Wassers gegen das zur Ruhe kommende Thor ergeben. Die bezüglichen Kräfte

sind durch die Formeln 1 bezw. 12 gegeben, worin $\omega = 0$ gesetzt werden mag; die daraus entstehenden Beanspruchungen, welche gegenüber den eigentlichen Stofswirkungen nur unbedeutend sind, lassen sich gesondert ermitteln und den ersteren hinzufügen.

Kiel, im April 1888. G. Tolkmitt.

Die Verbesserung der Boden- und Gesundheitsverhältnisse des Agro Romano.

Das häufige Vorkommen sumpfiger und ungesunder Niederungen macht die Arbeiten zu ihrer Beseitigung in Italien zu einer besonders wichtigen Culturaufgabe. Es sei hier auf die Abhandlung auf S. 577 des Jahrgangs 1887 der Zeitschrift für Bauwesen Bezug genommen, in welcher diese Frage einer allgemeinen Betrachtung unterworfen ist. Wenn jedoch auf diesem Gebiete noch nicht Zureichendes geschieht, so dürfte der Grund hiervon darin zu suchen sein, dafs der Ausbau des italienischen Eisenbahnnetzes vorläufig fortdauernd zu grofse Summen verlangt, als dafs für andere nicht minder dringende Bau-Angelegenheiten genügende Mittel übrig blieben.

Die meisten der in dem Zeitraum von 1862 bis 1887 mit einem Gesamtaufwand von nahezu 40 000 000 ℳ (50 000 000 Lire) ausgeführten Verbesserungsarbeiten können eigentlich nur als Fortsetzung der schon in früherer Zeit begonnenen Unternehmungen angesehen werden. Unter den wenigen neu angefangenen Arbeiten dürften in erster Linie die Arbeiten zur Verbesserung der Umgegend von Rom Beachtung verdienen. Von ihrem Fortgang und Gelingen erwartet man erhebliche Verbesserung der Gesundheitszustände in und um Rom. Augenblicklich sind die Sumpfstrecken zu beiden Seiten des unteren Tiberlaufs noch die alten so sehr gefürchteten Malaria-Gegenden, in denen



Abb. 1. Uebersichtsplan der Niederungen von Ostia, Isola Sacra und Maccarese.

während der warmen Jahreszeit ein Aufenthalt oder Verweilen menschlicher Wesen unmöglich wird. Der bekannte Professor Corrado-Tommasi-Crudeli in Rom sagt über die Entstehung der Malaria: „Die Luft der Umgegend von Rom und der Stadt selbst ist ungesund, weil der Boden dieses Gebietes in sehr grofser Menge Keime des Malaria-Krankheitsstoffes enthält, und weil diese Keime fast überall günstige Vorbedingungen für ihre Entwicklung und Vervielfältigung vorfinden. Die vorzüglichste dieser Bedingungen bildet das Vorhandensein von Tausenden von Wasseradern, welche noch auf keiner Karte verzeichnet stehen. Diese können auch dann fortfahren als Ansteckungsherde zu wirken, wenn während eines sehr warmen und trockenen Sommers das zwischen ihnen liegende Erdreich ausgetrocknet und daher nicht mehr geeignet ist, Malaria zu erzeugen."

Gleich, als Rom Reichshauptstadt geworden war, trat die Regierung der Frage näher, wie die Bedingungen der Bewohnbarkeit und ackerbaulichen Bewirthschaftung der Umgegend von Rom günstiger zu gestalten seien. Nachdem ein im Jahre 1870 niedergesetzter Ausschufs Vorarbeiten zu diesem Behufe gemacht und ein fernerer Ausschufs 1873 einen Entwurf zur Entwässerung der Sümpfe von Ostia und Maccarese vorgelegt hatte, welche als besonders gesundheitsgefährlich erscheinen, kam es doch bei dem lebhaften Widerstreit der Meinungen erst im Jahre 1878 zu einer gesetzlichen Regelung der in Rede stehenden Frage. Das Gesetz vom 11. December 1878 verkündete die Verbesserung der Landstriche um Rom als endgültig beschlossen, erklärte die Arbeiten hierzu als von öffentlichem Nutzen und übertrug die Aufstellung der Entwürfe dem Staat. Dieser setzte dann auch bereits im Februar 1879 ein Bauamt ein, welches nach etwa zwei Jahren der Regierung folgende Ergebnisse vorlegen konnte:

a) Einen technisch durchgearbeiteten Gesamtentwurf für die Abfangung der Quellen und die Entwässerung des Agro Romano.

b) Einen oder richtiger neun endgültige Pläne für die Trockenlegung der Sümpfe und Niederungen, vorzüglich derjenigen von Ostia, Maccarese und Isola Sacra. Die nach dem Plan zu a) bewirkte Ausführung darf als theilweise schon vollendet angesehen werden. An einigen Stellen jedoch ist die Regierung auf lebhaften Widerstand namentlich von seiten der Grofsgrundbesitzer gestofsen, welche einen Erfolg von den vorgeschriebenen Mafsnahmen nur dann erwarten können, wenn sie die ganze Art der Bewirthschaftung ihrer Besitzungen ändern wollten.

Die Entwürfe zu b) erhielten im April 1881 die Zustimmung des Consiglio Superiore im Ministerium der öffentlichen Arbeiten, und zwar fast genau in derjenigen Gestalt, in welcher sie unter Leitung des im November 1884 eingesetzten Bauamts gegenwärtig zur Ausführung kommen.

Es sind nun nach einander zu betrachten:

I. Die Entwässerung des Agro Romano.

Unter Agro Romano versteht man gemeinhin den um Rom liegenden bis zum Meere reichenden Abschnitt des Westabhanges der mittleren Apenninenkette. Die Grenzen desselben werden verschiedenartig angegeben. Nach dem oben erwähnten Entwurf ist als Umfang der Verwaltungsbezirk der Gemeinde Rom angenommen, welcher rund 190 000 ha Bodenfläche mit einem Werthe von rund 60 Millionen Mark enthält. Der Agro Romano, vom Tiber und seinen zahlreichen Zuflüssen, unter denen in erster Linie der Anio zu nennen ist, durchströmt, ist als eine grofse gegen das Meer geneigte Ebene anzusehen, vulcanischen Ursprungs, mit wellenförmigen Erhebungen, zwischen denen viele nach allen Richtungen sich verzweigende Thäler eingelagert sind, welche ihrerseits nur selten eine natürliche Entwässerung nach einem der drei Sammelbecken des Agro Romano, nämlich dem Tiber, dem Anio oder dem Meere, besitzen, das zurückgehaltene Wasser sucht sich eigene Abzugswege innerhalb des Erdreichs und giebt so Veranlassung zur Entstehung zahlreicher, theils zeitweise, theils dauernd thätiger Quellen und auch Wasser führender Bodenschichten. Die Niederungen an den Tibermündungen bei Ostia, Isola Sacra und Maccarese verlangen zur Abhülfe der derartigen Uebelstände eine besondere Behandlung, wie sie unter II eingehender erläutert ist. Hinsichtlich der übrigen Theile des Agro Romano ist man zu folgenden Mafsnahmen gekommen:

Die Einzel-Besitzungen sind zu Verbänden vereinigt worden, im ganzen 89 an der Zahl, deren jeder nach einem besonderen Sammelcanal entwässert. Für jeden Verband wurden sogleich die Haupt- und Nebencanäle bestimmt, auch die Beitragspflicht der Verbände und Besitzer geregelt. Für jede Einzelbesitzung wurde ein geordnetes Netz von Entwässerungsgräben in Aussicht genommen, welches auf Kosten des Besitzers herzustellen ist. Die technische Ausführung aller dieser Arbeiten dürfte auch weiterhin auf keine besonderen Schwierigkeiten stofsen.

II. Die Trockenlegung der Niederungen von Ostia, Isola Sacra und Maccarese.

Vergl. die Uebersichts-Karte, Abb. 1, auf S. 423.

Der Küstenstrich am Tiberdelta, welcher sich zwischen dem Meeresgestade einerseits und der längs der Eisenbahnlinie Rom-Civitavecchia sich hinziehenden Dünenkette andererseits in einer gröfsten Breite von 12 km erstreckt, und dessen gröfste Länge von Tor Paterno bis zum Flusse Arrone etwa 27 km beträgt, umfafst die Niederungen von Ostia, Isola Sacra und Maccarese. Seine Gröfse beträgt, wenn man als Begrenzung eine auf + 5,0 über dem mittleren Meeresspiegel gezogene Höhenlinie ansieht, ungefähr 12000 ha. Dieser Küstenstrich, durch Ablagerung der Sinkstoffe des Tiber erst in neuerer Zeit unserer Erdbildung entstanden, ermangelt um so mehr einer guten Abwässerung, als die Meeresbrandung die vom Tiber zugeführten Ablagerungsstoffe zurückwirft und so längs des Gestades eine Reihe von Dünen bildet, die namentlich bei Ostia sich zu beträchtlicher Höhe erheben. Es werden auf diese Weise nicht nur die eigenen Regenmengen jener angeschwemmten Landflächen zurückgehalten, sondern es treten hierzu noch die Abflüsse von einem ausgedehnten Niederschlagsgebiet in den umgrenzenden Höhen. (Das gesamte Niederschlagsgebiet, dessen Grenzen auf der Karte angegeben sind, umfafst etwa 21 500 ha.) So ist jener Landstrich theils bedeckt von Teichen und Wasserpfützen, theils ist er sumpfiger Natur, und namentlich sind grofse Flächen vorhanden, welche im Winter von Wasser bedeckt sind, im Sommer trocken liegen. Der Wasserspiegel steht während des Winters gewöhnlich im Mittel auf 0,60, bei lange andauerndem Regenwetter wächst er bis 0,80. Im Sommer dagegen sinkt der Wasserspiegel auf oder unter den Stand der Meeresfläche. Der Tiber, welcher jenen Küstenstrich etwa in der Mitte seiner Länge quer durchströmt, läfst zur Linken das Sumpfgebiet von Ostia, zur Rechten dasjenige von Maccarese, während zwischen den beiden Mündungsarmen des Tiber, der sogenannten Fiumara Grande und dem Canal Fiumicino, ein drittes Gebiet, die Isola Sacra, verbleibt.

Das Sumpfgebiet von Ostia entwässert in das Meer durch die Forma am Ostia, einen etwa 3 km langen, 16 bis 45 m breiten und in 700 m Entfernung vom Meere 1,35 m tiefen Canal, dessen Abmessungen indes, je mehr er sich dem Meere nähert, sich um so mehr verringern, sodafs seine Breite bei Durchbrechung der letzten Dünenkette nur 10 m beträgt, während eine die leidliche Abwässerung zulassende Tiefe nur durch Menschenhand aufrecht erhalten werden kann. Das Sumpfgebiet von Maccarese besitzt in ähnlicher Weise zwei Entwässerungscanäle, die Forma von Maccarese und die Coccia di Morto, von denen der erstere weitaus der bedeutendere ist. Das Gebiet von Isola Sacra, welches fremde Zuflüsse nicht erhält, entwässert in die dasselbe einschliefsenden Arme des Tiber.

Bei den Vorarbeiten sind die verschiedenen Verfahren, welche bei Entwässerung einer versumpften Niederung in Betracht kommen können, unter Bezug auf den vorliegenden Fall in eingehende Erwägung gezogen. Da allein in dem Sumpfgebiet von Ostia etwa 1800 ha theils unter dem Meeresspiegel, theils in gleicher Höhe mit demselben liegen, so war eine natürliche Entwässerung nicht ausführbar. Die Aufhöhung der Landflächen durch Hinüberleiten der schlammführenden Wassermassen des Tiber verbot sich gleichfalls durch die Höhenverhältnisse, und eine künstliche Aufhöhung, sei es mit oder ohne Hinzunahme oder Herstellung eines Sees an der tiefsten Stelle jedes der Sümpfe, würde zu grofse Kosten verursacht haben. (Im letzteren Falle würden, die Nachsenkungen ungerechnet, rund 60 000 000 cbm Boden zu bewegen gewesen sein.) So blieb die künstliche Wasserhebung durch Maschinenkraft der einzig mögliche Ausweg, dessen Bedenklichkeit allerdings in den Gefahren liegt, die ein Versagen der Maschinen herbeiführen kann. Selbstredend mufste man darauf bedacht sein, die Arbeitsmenge der Maschinen nach Möglichkeit einzuschränken, indem man nur das Niederschlagswasser der Niederungen selbst von ihnen bewältigen liefs, während man das Wasser, welches von den einschliefsenden Hügelketten herabströmt, durch Randcanäle abfing und mit natürlichem Gefälle abführte.

Es mag noch gezeigt werden, wie sich demgemäfs die Anlagen bei der Niederung von Maccarese gestaltet haben.

Das in Rede stehende Gebiet (vergl. den Grundrifs Abb. 2) ist 5000 ha grofs, von denen etwa 2000 ha Sumpfland sind. Es erschien rathsam, die künstliche Entwässerung den von der Natur gegebenen Verhältnissen möglichst anzuschliefsen und daher den vorhandenen Forma-Canal auch für die neue Entwässerung zu benutzen. Entsprechend den oben angeführten Grundsätzen geschieht die Aufsammlung und Abführung des Wassers in dreifacher Art.

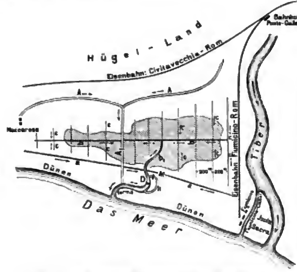


Abb. 2. Verbesserung des Sumpfgebietes von Maccarese.

a) Die von den Hügeln nördlich der Eisenbahn Rom-Civitavecchia kommenden Wässer werden von den Randcanälen AA aufgenommen und durch den Canal A 1 mit natürlichem Gefälle der Forma unterhalb des Sperrdammes D zugeführt.

b) Die von den Dünen herabfliefsenden Wässer werden durch die Randcanäle a a abgefangen, welche oberhalb des Dammes D in die Forma münden.

c) Das Wasser der Niederung und des eigentlichen Sumpfes wird durch ein System von Canälen c c aufgenommen, welche es in die Hauptsammler b und darauf in den Stammcanal b 1 leiten, der ebenfalls die Forma oberhalb des Dammes D erreicht.

Jener oberhalb des Dammes D abgetrennte Theil der Forma dient also als Sammelbecken der künstlich zu hebenden Niederschlagswässer. Aus ihm sollen vier durch Dampfkraft bewegte Turbinen schöpfen, welche in dem in Abb. 2 angedeuteten Maschinenhause ihre Aufstellung finden sollen. Es sei noch angeführt, dafs der Durchmesser der Turbinen 1,25 und 1,43 m beträgt, die Gesamtstärke der drei Dampfmaschinen zu 170 wirkl. Pferdestärken berechnet ist und dafs in jeder Secunde rund 5 cbm Wasser 2,60 m hoch gehoben werden sollen. Den Dampf werden vier Cornwalliskessel von je 8 m Länge und 2,10 m Durchmesser liefern, deren einer zur Aushülfe bereitstehen soll.

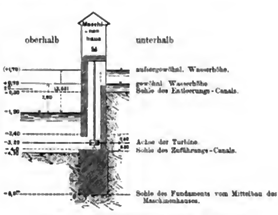


Abb. 3. Wasserhöhen oberhalb und unterhalb des Maschinenhauses bei Maccarese.

Die Wirkung der Wasserhebung bei den verschiedenen in Betracht kommenden Wasserständen veranschaulicht die Linienzeichnung Abb. 3. Für gewöhnlich hofft man mit einer Hebungshöhe von 2,60 m auszukommen. In Ausnahmefällen, wenn Wind und Fluth starke Wirkung ausüben, glaubt man, dafs es nöthig wird, Höhen bis 3,60 m zu überwinden. Auf letzteres Mafs sind mit Ausnahme der Maschinen alle Einrichtungen des Maschinenhauses zugeschnitten. Für die Maschine selbst ist vorläufig noch das Mafs 2,60 m als Wirkungsgrenze beibehalten.

Die Verbesserung der Niederung von Ostia ist ganz nach denselben Grundsätzen ausgeführt. Es erübrigt noch zu erwähnen, dafs man gleichzeitig zum Schutz gegen das Tiberhochwasser die Tiberdeiche erhöht hat.

Die im Jahre 1884 begonnenen Arbeiten hofft man 1889 zu Ende zu führen.

Halle a. S., Buchdruckerei des Waisenhauses.

JAHRGANG XXXVIII. 1888. HEFT X BIS XII.

Die Kaiser Wilhelm-Strafse in Berlin.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 54 bis 57 im Atlas.)

Die Anlegung der Kaiser Wilhelm-Strafse bildet einen Theil jener Unternehmungen, welche in den letztverflossenen Jahren auf Veranlassung der Stadtgemeinde Berlin ausgeführt worden sind, um die Entwicklung des hinter anderen Stadttheilen erheblich zurückgebliebenen ältesten Theiles der Reichshauptstadt zu fördern.

Das alte Berlin blickt bekanntlich auf eine mehr als sechshundertjährige Geschichte zurück und hat im Laufe dieser Zeiten mancherlei Wandlungen erfahren. Zur Zeit sind unter den Bauwerken der Altstadt aufser einigen Kirchen und einem Theile der Baulichkeiten des ehemaligen Franziscaner-Klosters kaum noch Zeugen der mittelalterlichen Geschichte der Stadt vorhanden. Die jetzige Bebauung stammt der Hauptsache nach aus den letzten zwei bis drei Jahrhunderten; aber auch an ihr sind die in dem Wesen des Stadttheiles inzwischen vorgegangenen Veränderungen zu erkennen. Mehrere noch vorhandene, im 17. und in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts von adligen Geschlechtern und hohen Würdenträgern erbaute Paläste, welche jetzt meist zu öffentlichen Zwecken benutzt werden, zeigen, dafs hier ebenso, wie dies in Alt-Köln der Fall war, bis weit in das vorige Jahrhundert hinein neben dem betriebsamen Bürger auch Vertreter der höchsten Stände des Landes wohnten, obwohl damals schon im Westen neue regelmäfsige Stadttheile entstanden waren. Dann aber änderte sich allmählich dieser Zustand und es entwickelte sich die Altstadt immer ausschliefslicher zur Geschäftsstadt. Der Vorzug, Mittelpunkt des Berliner Handels und Verkehrs zu sein, blieb derselben auch unbestritten bis zur Mitte unseres Jahrhunderts erhalten. Von da ab blühen jedoch Handel und Verkehr in anderen Stadttheilen, namentlich auf dem Friedrichwerder und in der Friedrichstadt in überraschender Weise empor, die Entwicklung der Altstadt kommt zum Stillstand und beginnt sogar langsam zurückzugehen. Die Gründe hierfür sind zum Theil in der raschen Ausdehnung der Stadt, insbesondere nach Westen hin, vielleicht auch mit darin zu suchen, dafs von der Mitte der vierziger Jahre ab die Einwirkung der Eisenbahnen sich geltend machte, welche mit ihren an der damaligen Umfangslinie der Stadt gelegenen Bahnhöfen eine Vertheilung des Verkehrs- und Geschäftslebens vom Mittelpunkte nach den äufseren Stadttheilen hin zweifellos begünstigt haben. Aber, wie gesagt, nur zum Theil lagen die Ursachen für den Rückgang in solchen äufseren Verhältnissen: zum grofsen Theile waren sie in dem Zustande der Altstadt selbst und ihrer nächsten Umgebungen zu finden.

Das alte Berlin liegt bekanntlich auf dem rechten Spreeufer und wird im Süden und Westen von der Spree, im Osten und Norden von einer Linie umschlossen, welche in ihrer Lage annähernd mit der in weitem Bogen von der Spree an der Waisenbrücke bis wieder zur Spree an der Friedrichbrücke sich hinziehenden Neuen Friedrichstrafse übereinstimmt. Die Altstadt wird also von den besten, den westlichen Stadttheilen durch die Spree getrennt, über welche bisher vom Innern der Altstadt aus nur sehr wenige und in ihrer Beschaffenheit für einen lebhaften Verkehr unzureichende Uebergänge, nämlich der Mühlendamm und die Kurfürstenbrücke (Lange Brücke) führten. Die schon an der nordwestlichen Grenze des Stadttheiles liegende Friedrichbrücke ist für den Verkehr aus dem Innern desselben mit dem Westen nicht erheblich. In der Altstadt selbst gab es bisher nur eine Strafse, welche den Stadttheil in seiner ganzen Ausdehnung rechtwinklig zur Spree durchschnitt und für den Verkehr mit dem Westen sowie für den Durchgangsverkehr quer durch Alt-Berlin in Betracht kam, die Königstrafse. Im übrigen wurde der Stadttheil in dieser Richtung nur von kurzen, meistentheils engen Gassen durchzogen, während die Hauptstrafsen die Richtung parallel mit dem Flusse verfolgen. Hierzu kommt, dafs die Gebäude den jetzigen Anforderungen des Handels- und Geschäftsverkehrs nicht mehr genügten und dafs auch eine entsprechende Umgestaltung derselben schwierig war, weil die Grundstücke, wie dies meist in alten Städten der Fall ist, vielfach eine für die Neubebauung nach jetzigen Anforderungen sehr ungünstige Gestalt und Abgrenzung hatten. Es gab und giebt auch noch jetzt in Alt-Berlin eine gröfsere Anzahl von Grundstücken mit einem Flächeninhalte von kaum 100 qm; ja es kommen sogar erheblich kleinere vor, und die Grundstücke sind vielfach so ineinander geschachtelt, dafs schon aus diesem Grunde häufig mehrere derselben erforderlich sind, um einen den jetzigen Anforderungen entsprechenden Neubau zu errichten.

Am stärksten machten sich alle diese Uebelstände in dem nördlich von der Königstrafse belegenen Theile der Altstadt geltend, hier fehlte auf der etwa 500 m langen Strecke von der Kurfürstenbrücke bis zur Friedrichbrücke jeder fahrbare Flufsübergang. Nur einige enge Gassen führten von der Spree in das Innere, in welchem nichts an den Mittelpunkt einer Grofsstadt erinnerte, welcher vielmehr dem vernachlässigten Theile einer unbedeutenden Provincialstadt glich. Einen besonders kleinstädtischen und unschönen Eindruck machte und macht in der Hauptsache auch noch jetzt der einzige Platz dieses Stadttheiles, der mit schmalen, ärmlichen Häusern umgebene sogenannte Neue Markt. Die in dessen Nähe belegene, im 13. Jahrhundert erbaute Marienkirche war von allen Seiten durch Reihen barackenähnlicher Gebäude eng eingeschlossen. Parallel mit der engen Neuen Friedrichstrafse zog sich in einem Abstande von durchschnittlich 14 m von derselben die Gasse „An der Königsmauer“ hin, welche an einigen Stellen kaum 3 m breit, und in welcher von alten Zeiten her die Prostitution in ihrer rohesten Art ansässig war. Wenn diesem Treiben auch in den siebziger Jahren durch polizeiliches Einschreiten ein Ende gemacht wurde, so wurde im übrigen die Entwicklung des Stadttheiles doch nicht gefördert. Während rings um Berlin Jahr für Jahr neue Stadttheile entstanden und bestehende im Innern eine glänzende Umwandlung erfuhren, blieb hier alles beim Alten und so konnte es nicht ausbleiben, dafs dieser Stadttheil gegen die übrigen von Jahr zu Jahr mehr in Rückstand gerieth.

Da entschlossen sich zu Ende der siebziger und zu Anfang der achtziger Jahre die städtischen Behörden Berlins, dem noth-

leidenden Stadttheile zu Hülfe zu kommen und folgende Anlagen und Veränderungen auszuführen oder deren Ausführung anzubahnen:

1. Die Erbauung einer neuen Brücke zur Verbindung des Lustgartens mit der Burg-Strafse.

2. Die Anlegung einer neuen, in ihrem ersten Theile 26 m bis 33 m, in ihrem letzten Theile 22 m breiten Strafse, Kaiser Wilhelm-Strafse genannt, in der Fortsetzung der erwähnten Brücke von der Burg-Strafse über den Neuen Markt bis zur Münz-Strafse unter Mitbenutzung der Kleinen Burg-Strafse, Brauhaus-Strafse und der Papen-Strafse.

3. Die Neubebauung der von den neuen Baufluchtlinien dieser Strafse zwischen der Burg-Strafse und der Neuen Friedrich-Strafse angeschnittenen und, soweit erforderlich, der benachbarten Grundstücke, mit Ausnahme der Strecke vom Neuen Markt bis zur Kloster-Strafse, sowie die Neubebauung

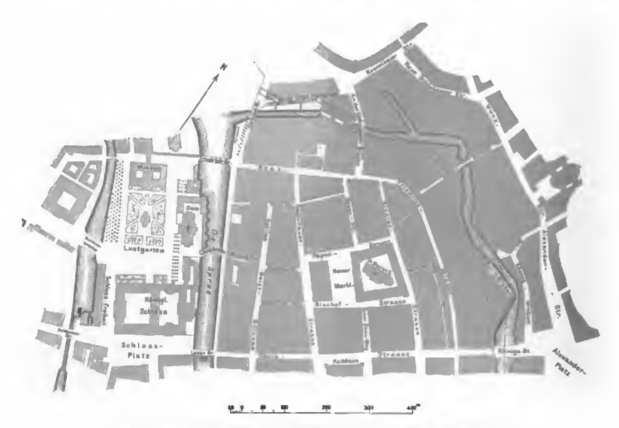


Abb. 1. Plan vom nördlichen Theile der Königstadt vor Anlage der Kaiser Wilhelm-Strafse.

des Reststückes des südöstlichen Eck-Grundstückes an der Münz-Strafse.

4. Die Verbreiterung der Burg-Strafse zu beiden Seiten der neuen Brücke vor den Grundstücken Nr. 19 und 20.

5. Die Freilegung der Marienkirche gegen die neue Strafse hin.

6. Die Verbreiterung der Neuen Friedrich-Strafse auf der Strecke von der Kloster-Strafse bis zur König-Strafse auf die Breite von 19 m und die Beseitigung der Strafse „An der Königsmauer" und des Kleinen Jüdenhofes.

7. Die Neubebauung aller Grundstücke zwischen der Neuen Friedrich-Strafse, Kloster-Strafse und Kalandsgasse.

Die Beschlüsse zu diesen Umgestaltungen wurden nicht auf einmal in der Weise, wie sie hier zur besseren Uebersicht zusammengestellt sind, sondern nach und nach im Laufe der Jahre 1877 bis 1884 gefafst.

Es mufs ferner hier erwähnt werden, dafs der Baurath Orth schon zu Anfang der siebziger Jahre einen mit der jetzigen Kaiser Wilhelm-Strafse nahezu übereinstimmenden Strafsenzug geplant hatte, und dafs darauf mehrfach Privatpersonen und Gesellschaften die Durchführung dieser Unternehmung hatten in die Hand nehmen wollen. Diese Versuche mufsten aber scheitern, solange eine ausreichende Unterstützung derselben durch die Stadt nicht gesichert war.

In die Zeit, in welcher die erwähnten Umwälzungen von der städtischen Verwaltung erwogen und beschlossen wurden, fällt auch die Herstellung der im Jahre 1883 dem Betriebe übergebenen Berliner Stadtbahn, an welcher in der Altstadt die Station Alexander-Platz für den Gesamtverkehr und dicht an der nördlichen Grenze der Altstadt die Haltestelle Börse für den Stadtverkehr angelegt wurde, und welche sonach ein weiteres, sehr bedeutsames Mittel für die Hebung des in Rede stehenden Stadttheiles bildete. Im engsten Zusammenhange mit vorstehend erwähnten von der Stadt beschlossenen Ausführungen und der Anlage der Stadtbahn stand ferner die von der Stadt

bewirkte Ausführung der an den Bahnhof Alexander-Platz angeschlossenen **Central-Markthalle** an der Ecke der Kaiser Wilhelm-Strafse und der verbreiterten Neuen Friedrich-Strafse, ferner die Zuschüttung des Königsgrabens, die Anlegung einer Parallelstrafse neben der Stadtbahn, der Panorama-Strafse u. a. m. In wie weit durch alle diese inzwischen ausgeführten Unternehmungen das Bild des Stadttheiles geändert wurde, ergiebt sich aus einer Vergleichung der in den Text gedruckten beiden Lagepläne (Abb. 1 und 2), von denen der erste den Zustand vor der Ausführung, der zweite den jetzigen Zustand zeigt. Es ist leicht erkennbar, dafs man durch diese Umgestaltungen im wesentlichen gegen alle Uebelstände vorging, welche oben als Hindernisse für die Entwicklung des Stadttheiles erwähnt worden sind.

Dennoch bleibt zu bedauern, dafs man in zwei Beziehungen nicht noch weiter ging, als geschehen.

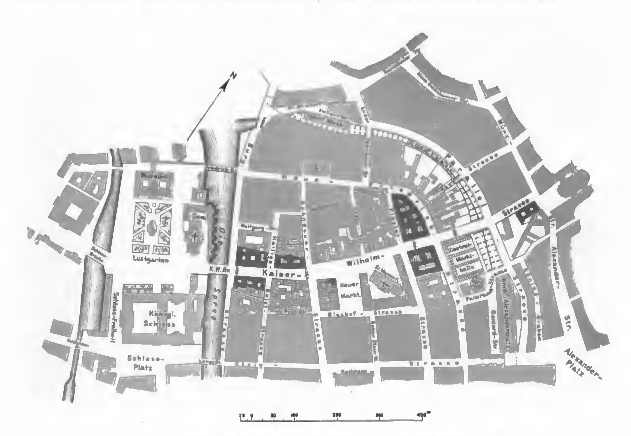


Abb. 2. Plan vom nördlichen Theile der Königstadt mit der Kaiser Wilhelm-Strafse.

Dadurch, dafs die Marienkirche gegen die neue Strafse hin nur freigelegt und ein anderweitiger Abschlufs der letzteren gegen den Kirchplatz nicht geschaffen wurde, ist zunächst nur ein sehr unschönes Bild geschaffen worden. Gewährt schon die mit ihrer Längenrichtung unter etwa 45 Grad gegen die neue Strafse gestellte, im Innern zwar recht bemerkenswerthe, äufserlich aber jedes architektonischen Schmuckes entbehrende Marienkirche einen unbefriedigenden Anblick, so wird das Unerfreuliche des Bildes noch wesentlich erhöht durch die Hinteransichten der halbverfallenen Häuser in der Kloster-Strafse und am Neuen Markt, welche die Kirche von beiden Seiten eng einschliefsen und durch die Freilegung derselben gegen die neue Strafse hin aus ihrer bisher versteckten Lage an das volle Licht gezogen worden sind. Das hier Versäumte läfst sich jedoch noch jederzeit nachholen, indem man entweder das Aeufsere der Kirche im Wege der Wiederherstellung gehörig architektonisch durchbildet und die Ersetzung der häfslichen Privathäuser durch würdige Neubauten herbeiführt, oder indem man die Kirche und jene Häuser läfst, wie sie sind, dagegen zwischen der Kirche und der Kaiser Wilhelm-Strafse und zum Theil auch am Neuen Markt neue Baulichkeiten errichtet, welche die Strafse in ihrer Bauflucht abschliefsen und die Kirche wenigstens in ihrem unteren Theile verdecken. Soviel bekannt, hat sich auch die Stadtbehörde wiederholt mit dieser Angelegenheit beschäftigt, und es ist daher zu hoffen, dafs dem jetzigen, auf die Dauer unmöglichen Zustande über kurz oder lang ein Ende gemacht wird.

Anders verhält es sich mit einem zweiten Mangel der neuen Anlagen, welcher sich nur sehr schwer und vielleicht niemals mehr beseitigen lassen wird, nämlich mit dem ungünstigen **Endpunkte** der Kaiser Wilhelm-Strafse in der Münz-Strafse. Man hat die neue Strafse, indem man hier thunlichst sich nach den Grundstücksgrenzen richtete, einfach in der Nähe des Victoria-Theaters in die Münz-Strafse einmünden lassen,

ohne hierbei ästhetischen oder Verkehrsrücksichten einen bestimmenden Einflufs einzuräumen. Wäre die neue Strafse in ihrem letzten Theile etwas weniger, als es geschehen ist, nach Norden abgelenkt worden, so würde sich ihre Achse gerade auf die Mitte des Victoria-Theaters haben führen lassen, und es wäre, wenn auch dies Theater in seiner äufseren Ausbildung nicht eben als ein hervorragendes Kunstwerk gelten kann, doch ein wesentlich mehr befriedigender Abschlufs erzielt worden, als es durch die wirkliche Ausführung geschehen ist, bei welcher die Verlängerung der Achse der neuen Strafse auf das Victoria-Theater seitwärts von dessen Mitte trifft. Aber wesentlich wichtiger, als solche ästhetischen Rücksichten, waren die Verkehrs-Rücksichten, welche dadurch, dafs die neue Strafse ihren Endpunkt in einer quer vorliegenden Strafse findet, nicht so gefördert worden sind, wie es hätte geschehen können. Diese Rücksichten hätten es erfordert, dafs die Kaiser Wilhelm-Strafse bis zu einer der strahlenförmig vom Innern Berlins nach den äufseren Stadttheilen führenden Strafsen, oder noch besser, dafs sie von der Münz-Strafse aus gabelförmig nach zwei solchen Strafsen und zu diesem Zwecke nach dem Prenzlauer und dem Schönhauser Thore hin fortgesetzt worden wäre. Dann wäre ihr die Bedeutung einer grofsen, neuen, von Westen nach den nördlichen und nordöstlichen Stadttheilen durchgehenden Verkehrs-Ader von vornherein gesichert gewesen. War auch die Verbindung mit dem Westen als in erster Linie nothwendig anzusehen, so war doch auch eine möglichst unmittelbare Verbindung mit dem Norden und Osten für den Stadttheil nicht ohne Wichtigkeit; aufserdem hätte die neue Strafse, wenn sie in vorerwähnter Weise verlängert worden wäre, viel erheblicher, als dies jetzt der Fall ist, zur Entlastung der König-Strafse von deren gewaltigem Durchgangsverkehre beitragen können. Ohne Zweifel ist eine solche Ausdehnung des Unternehmens auch im Schofse der städtischen Verwaltung erwogen worden. Aber bei den grofsen Kosten, welche schon die jetzt wirklich ausgeführten Umwälzungen erforderten, mufste man sich wohl auf das zur Zeit Erreichbare beschränken, damit hier nicht das Bessere der Feind des Guten wurde.

Immerhin sind die auf Veranlassung der Stadtgemeinde thatsächlich ausgeführten, oben näher bezeichneten Unternehmungen von solchem Umfange, dafs der städtischen Verwaltung die Anerkennung gewifs nicht versagt werden kann, die Sache von grofsen Gesichtspunkten aufgefafst zu haben. Besonders glücklich war der Entschlufs, nicht nur die neuen Strafsen und Strafsenverbreiterungen, im Gegensatz zu der früher vielfach beliebten, allmählichen Durchführung, durch Niederlegung der in dem neuen Strafsenlande belegenen Gebäude auf einmal freizulegen, sondern auch die Erwerbung und Neubebauung der von den neuen Baufluchtlinien angeschnittenen und der denselben benachbarten Grunstücke gleich in das Programm mit aufzunehmen. Wäre dies nicht geschehen, so würde bei den vorhin geschilderten Schwierigkeiten, welche die alte Grundstückstheilung einer Neubebauung entgegenstellte, die letztere auf lange hinaus sich verzögert und die Gegend ein ruinenhaftes Ansehen behalten haben, während gerade die Stadtgemeinde hier baldigst eine würdige Umgestaltung durchgeführt sehen wollte.

Schon im Jahre 1880 hatte die städtische Verwaltung mit der Ausführung der oben unter 1. bis 6. angeführten Veränderungen und Neu-Anlagen insofern den Anfang gemacht, als sie die Kaiser Wilhelm-Strafse von der Kloster-Strafse bis zur Neuen Friedrich-Strafse freigelegt hatte. Der nächstliegende Zweck hierbei war, die Königsmauer zu durchbrechen, um dem unsittlichen Treiben in dieser verrufensten Strafse der Stadt mit Erfolg ein Ende machen zu können. Dies gelang auch. Im übrigen waren jedoch, da eine Neubebauung der freigelegten Grundstücke zu beiden Seiten der neuen Strafse nicht erfolgte, hier zunächst nur Ruinenfelder geschaffen worden. In den folgenden Jahren wurde von der Stadtverwaltung die Kaiser Wilhelm-Strafse von der Neuen Friedrich-Strafse bis zur Münz-Strafse weitergeführt und, abgesehen von dem einen, zu 3. erwähnten Eckgrundstück, freigelegt. Nachdem inzwischen die neuen Baufluchtlinien und die durch die Anlegung der neuen Strafse bedingten Veränderungen am Lustgarten und der Schlofsapotheke die Allerhöchste Genehmigung erhalten hatten, entschlofs man sich städtischerseits im Jahre 1884, nunmehr das ganze in Rede stehende Programm baldmöglichst durchzuführen. Dasselbe zerfiel seiner Natur nach in zwei verschiedene Theile, in einen, den der Magistrat selbst für eigene Rechnung ausführen konnte oder mufste, und in einen zweiten, dessen Ausführung die Stadtverwaltung wohl veranlassen, aber nicht gut selbst unmittelbar übernehmen konnte. Zu dem ersten Theile gehörte in erster Linie der Bau der Spreebrücke, sodann die Freilegung des Strafsenlandes auf denjenigen Strecken, wo eine Wiederbebauung nicht stattfinden sollte, wie zwischen dem Neuen Markte und der Kloster-Strafse, oder wo mit Sicherheit zu erwarten war, dafs die Anlieger die Erwerbung des bei der Freilegung des Strafsenlandes mitfreigelegten Baugeländes sich nicht entgehen lassen und alsdann selbst zur Neubebauung schreiten würden. Dieser Fall lag bei Verbreiterung der Neuen Friedrich-Strafse und Beseitigung der Königsmauer auf der Strecke von der Kalandsgasse bis zur König-Strafse vor, und es gelang hier der Stadt, das gewonnene Bauland gröfstentheils an die Eigenthümer der ziemlich regelmäfsig gestalteten, meist bis zur Königsmauer durchgehenden Grundstücke an der Kloster-Strafse unter befriedigenden Bedingungen zu veräufsern und deren Neubebauung herbeizuführen. Endlich war auch die Regelung, Pflasterung, Entwässerung und Erleuchtung der neuen und verbreiterten Strafsen durch die Stadt selbst zu bewirken. Alle zu diesem Theile des Programms gehörigen Unternehmungen hat denn auch die Stadt inzwischen in der Hauptsache ausgeführt. Den zweiten Theil bildete die Erwerbung der zur Neubebauung bestimmten umfangreichen Grundstücke an der Kaiser Wilhelm-Strafse und zwischen der Kloster- und der Neuen Friedrich-Strafse bis zur Kalandsgasse sowie die Neubebauung selbst. Da es sich hierbei ausnahmslos um Privatbauten handelte und eine städtische Verwaltung sich auf Grundstück- und Bau-Speculationen füglich nicht einlassen kann, so bedurfte die Stadt hierzu eines Unternehmers, und es empfahl sich, diesem letzteren auch die Erwerbung und Freilegung des Strafsenlandes vor den neu zu bebauenden Grundstücken zu übertragen. Einen solchen Unternehmer fand die Stadt in der Berliner Handelsgesellschaft, mit welcher sie nach verhältnifsmäfsig kurzen Verhandlungen am 27. Juni 1884 einen Vertrag hierüber abschlofs. In diesem Vertrage verpflichtete sich die Unternehmerin, bis zum 1. October 1887, also binnen etwas mehr als drei Jahren, das Strafsenland für Herstellung der Kaiser Wilhelm-Strafse, soweit es nicht schon früher freigelegt war und mit Ausnahme der vorerwähnten Strecke vor

der Marienkirche, sowie auch das Strafsenland für Verbreiterung der Burg-Strafse und der Neuen Friedrich-Strafse von der Einmündung der Kloster-Strafse bis zur Kalandsgasse für die Stadtgemeinde zu erwerben, an letztere abzutreten und freizulegen, ferner innerhalb derselben Frist die hierbei angeschnittenen und, soweit erforderlich, auch die benachbarten Grundstücke, sowie sämtliche Grundstücke zwischen der Kloster-Strafse und der Neuen Friedrich-Strafse von der Einmündung der ersteren in die letztere bis zur Kalandsgasse zu erwerben und in würdiger Weise neu zu bebauen.

Was die Gegenleistungen der Stadt anbetrifft, so lag es auf der Hand, dafs dieselben sich nicht auf Leistung einer Entschädigung für das an die Stadt abzutretende Strafsenland beschränken durften. Wenn es auch unter Umständen ein einträgliches Geschäft sein kann, im Innern von Städten Grundstücke, welche mit alten, unzeitgemäfsen Baulichkeiten besetzt sind, anzukaufen und neu zu bebauen, so war doch in dem hier vorliegenden Falle mit Sicherheit vorherzusehen, dafs für die erste Zeit nach Durchführung des Unternehmens eine vortheilhafte Rente aus den Neubauten nicht gleich zu erzielen sein werde, denn die Verpflichtung, binnen der kurzen Frist von etwa drei Jahren ausgedehnte und bestimmt festgesetzte Grundstücke zu erwerben und neu zu bebauen, schlofs die Möglichkeit, günstige Zeitumstände hierfür abzuwarten und zu benutzen, aus, und die fast gleichzeitige Fertigstellung einer gröfseren Anzahl von Gebäuden in einem bis dahin vernachlässigten Stadttheile war nicht ins Werk zu setzen, ohne dafs ein mehr oder weniger grofser Theil der neugeschaffenen Geschäftsräume und Wohnungen auf einige Zeit nach der Fertigstellung noch unvermiethet blieb. Es würde sich daher auch niemals ein Unternehmer für diese Ausführungen gefunden haben, wenn nicht die Stadt von vornherein eine Unterstützung desselben durch einen namhaften, unverzinslichen, nicht rückzahlbaren Geldbeitrag in Aussicht genommen hätte. In dem erwähnten Vertrage wurde dieser Geldbeitrag einschliefslich der Entschädigung für das an die Stadt abzutretende Strafsenland auf 4500000 ℳ festgesetzt und hierbei bestimmt, dafs von dieser Summe der Betrag von 1350000 ℳ vorläufig zurückbehalten und in zinstragenden Papieren beim Magistrate zur Bildung eines Dividenden-Ergänzungsfonds oder Reservefonds hinterlegt bleiben, d. h. zinstragend angelegt werden und vom Jahre 1888 oder 1889 ab in fünfjährlichen Raten von 300000 ℳ zur Auszahlung gelangen solle. Aufserdem verpflichtete sich die Stadt, die Freilegung der Kaiser Wilhelm-Strafse auf der Strecke, wo dieselbe durch die Stadt auszuführen war, ebenfalls binnen drei Jahren zu bewirken, die Spreebrücke binnen zwei Jahren nach Ertheilung der staatlichen Genehmigung fahrbar herzustellen, der Unternehmerin das durch die Ausführung der Entwürfe entbehrlich werdende Strafsenland (Königsmauer, Kl. Jüdenhof), sowie einige von der Stadtgemeinde bereits früher erworbene Grundstücke zwischen der Kloster-Strafse und der Neuen Friedrich-Strafse (zusammen etwa 4100 qm) unentgeltlich zu übereignen. Der Vertrag, welcher hier nur in seinen Hauptpunkten wiedergegeben ist, bestimmte endlich noch, dafs die Berliner Handelsgesellschaft aus den in demselben übernommenen Verpflichtungen entlassen werden solle, wenn dem Magistrate der Nachweis geführt würde, dafs eine zur Ausführung des Vertrages neubegründete Action-Gesellschaft mit einer Summe von mindestens 6000000 ℳ in diese Verpflichtungen und die der Berliner Handelsgesellschaft in dem Vertrage zugestandenen Rechte eingetreten sei.

Entsprechend dieser Bestimmung wurde am 30. Juni 1884 zur Ausführung des fragl. Vertrages eine Action-Gesellschaft unter der Firma „Baugesellschaft Kaiser Wilhelm-Strafse" gegründet, welcher die Berliner Handelsgesellschaft alle Rechte und Pflichten aus dem Vertrage, ohne hierbei einen Gründergewinn zu beanspruchen, abtrat. In den Vorstand der neuen Gesellschaft wurde der Unterzeichnete als erstes, der Kaufmann Kuchenmüller als zweites Mitglied gewählt. Dem Unterzeichneten war damit auch die technische Oberleitung über die Ausführung des Unternehmens zugefallen.

Die Baugesellschaft wandte sich nunmehr sogleich dem Grunderwerbs-Geschäfte zu. Da die Baufluchtlinien für die neuen Strafsen bereits festgesetzt waren, so stand der Stadtgemeinde ohne weiteres für die in die neuen Strafsen fallenden Grundstücke und Grundstückstheile das Enteignungsrecht zu. Aufserdem war ihr dieses Recht für sämtliche zwischen der Kloster-Strafse und Neuen Friedrich-Strafse bis zur Kalandsgasse belegenen Grundstücke verliehen worden, weil hier nicht nur die Verbreiterung der Neuen Friedrich-Strafse eine Neubebauung der an dieser Strafse liegenden Grundstücke, sondern auch die Beseitigung der diese beiden Quartiere durchziehenden Strafse An der Königsmauer und des Kl. Jüdenhofes mit seinen Gassen eine Neubebauung des Inneren derselben erforderlich machte und diese ohne vollständige Neueintheilung und ohne Abbruch sämtlicher Baulichkeiten nicht auszuführen war. Die Stadtgemeinde übte ihre Enteignungsbefugnisse für die Baugesellschaft aus, es gelang jedoch, die Mehrzahl der Grundstücke im Wege gütlicher Vereinbarung zu erwerben. Auf grofse Schwierigkeiten hätte das Grunderwerbs-Geschäft bei den Resttheilen derjenigen Grundstücke stofsen können, welche von den neuen Baufluchtlinien angeschnitten wurden und bei denen nur das Strafsenland enteignet, das Reststück aber nur auf gütlichem Wege erworben werden konnte. Ebenso bei denjenigen Grundstücken, welche an die angeschnittenen Grundstücke grenzten und nach den Bestimmungen des mit der Stadt abgeschlossenen Vertrages mit erworben werden mufsten, weil die Resttheile jener Grundstücke eine genügende Tiefe für die Bebauung nicht hatten. Wären über den Erwerb dieser Grundstücke die Verhandlungen erst eröffnet worden, nachdem der Vertrag mit der Stadt vollzogen und dadurch bekannt geworden war, dafs die Berliner Handelsgesellschaft oder ihre Nachfolgerin zum baldigsten Erwerb derselben unter allen Umständen verpflichtet war, so wären diese Grundstücke oder Resttheile nur zu unverhältnifsmäfsig hohen Preisen und theilweise auch wohl gar nicht innerhalb der für die Erfüllung des Vertrages erforderlichen Frist zu erwerben gewesen. Diese Schwierigkeit wurde von der Berliner Handelsgesellschaft dadurch vermieden, dafs sie nicht etwa in gewinnsüchtiger Absicht die Grundstücke in aller Stille vorher aufkaufte, sondern dafs sie offen und unter Mitwirkung einer Genossenschaft von Geschäftsleuten, welche in der Gegend ansässig waren, vor Vollziehung des Vertrages mit der Stadt, Angebote, welche auf mehrere Monate bindend waren, von den Grundbesitzern einforderte und dadurch die Preisforderungen der letzteren für einen zur Beendigung der Verhandlungen ausreichenden Zeitraum nach oben hin begrenzte. Da die Grundstückseigenthümer sich bei diesen Vorverhandlungen sagen mufsten, dafs sie durch zu hohe For-

derungen das Zustandekommen des Vertrages und des ganzen Unternehmens in Frage stellen und dadurch erst recht die Aussicht auf eine vortheilhafte Verwerthung ihrer Grundstücke verlieren würden, so gelang es auf diese Weise, die erwähnten Grundstücke zum Theil zu mäfsigen, im übrigen wenigstens zu nicht übermäfsig hohen Preisen zu erwerben.

Im ganzen hat die Baugesellschaft 20676 qm erworben. Die Kosten des Grund-Erwerbs betrugen einschliefslich der Kaufstempel 10768676 ℳ, im Durchschnitt daher 521 ℳ für das qm. Die Erwerbspreise waren sehr verschieden, am höchsten in der Nähe der Spandauer Strafse, am niedrigsten an der Königsmauer und in der Kloster-Strafse. Das theuerste Grundstück kostete 1075 ℳ für das qm, das billigste bebaute 173 ℳ, das billigste unbebaute nur 66 ℳ für das qm. Die Zahl der erworbenen Grundstücke belief sich auf 62, wobei mehrere derselben, sofern sie in den Händen des nämlichen Besitzers waren und von diesem zusammenhängend benutzt wurden, immer nur als ein Grundstück gerechnet sind. Nach dem Grundbuche war die Zahl der erworbenen Grundstücke erheblich gröfser. Das ausgedehnteste derselben war dasjenige der Königlichen Kriegs-Akademie in der Burg-Strafse, welches 2782 qm enthielt. Aufserdem hatten noch drei Grundstücke einen Inhalt von über 1000 qm, zwölf dagegen einen solchen von weniger als 100 qm, das kleinste Grundstück enthielt nur 39 qm. Nach Abtretung des Strafsenlandes in Gröfse von 5200 qm verblieben der Baugesellschaft von den durch sie erworbenen Flächen 15476 qm als Bauland. Hierzu kamen die von der Stadt unentgeltlich der Baugesellschaft übereigneten Grundstücke in Gröfse von 4100 qm, sodafs sich die Ausdehnung der zu bebauenden Flächen auf 19576 qm stellte.

Die Baugesellschaft sah sich nun vor die nur selten auftretende und in Berlin noch kaum vorgekommene Aufgabe gestellt, eine gröfsere Zahl von Grundstücks-Gruppen im Herzen der Grofsstadt binnen kurzer Frist neu zu bebauen und zu diesem Zwecke neu in einzelne Grundstücke zu zerlegen. Die Lösung war insofern nicht ohne Schwierigkeit, als man nicht wissen konnte, in welcher Richtung sich nach Fertigstellung der Bebauung die Nachfrage vorzugsweise bewegen würde, wie weit man in der Anlegung von Geschäftsräumlichkeiten gehen dürfe oder zu der minder einträglichen Herstellung von Wohnungen schreiten müsse, welche Art von Geschäften sich hier vorzugsweise niederlassen würde und in welchem Umfange man auf die Möglichkeit einer Verwerthung der Erdgeschosse zu Läden für Geschäfte zum Einzelverkauf rechnen dürfe. Wenn sonst der Eigenthümer eines einzelnen Grundstücks sein altes Gebäude durch ein neues ersetzen will, so weifs er, auf welche Art von Miethern er bei dem Verkehr in der betreffenden Strafse zu rechnen hat. In den besten Stadtgegenden werden jetzt sogar die neuen Gebäude schon oft auf Grund von Entwurfzeichnungen vermiethet, während die alten Gebäude noch stehen. Hier aber handelte es sich darum, einen Stadttheil zunächst äufserlich umzugestalten und hierdurch einen Aufschwung des Geschäftslebens in demselben herbeizuführen oder mindestens zu begünstigen. Die Zeit und die Richtung, in welcher derartige Veränderungen sich vollziehen, lassen sich aber mit Sicherheit niemals vorhersehen. Keinesfalls war eine so schnelle Ausdehnung des Geschäftsverkehrs zu erwarten, dafs man hätte wagen dürfen, die neuen Gebäude oder auch nur einen erheblichen Theil derselben in der Weise, wie dies zur Zeit in anderen Stadtgegenden häufig geschieht, durch alle Stockwerke als Geschäftshäuser einzurichten; man beschlofs daher, im allgemeinen nur die Keller, die Erdgeschosse und die ersten Stockwerke zu Geschäftsräumen, und zwar die Erdgeschosse in der Kaiser Wilhelm-Strafse und Neuen Friedrich-Strafse zu Läden, in der Kloster-Strafse für Engrosgeschäfte, die ersten Geschosse durchweg für Engrosgeschäfte, die übrigen Geschosse aber zu Wohnungen auszubauen und nur das eine oder andere kleinere Gebäude, sowie einige Hintergebäude von oben bis unten als Warenhäuser zu behandeln. Der bisherige Erfolg hat gezeigt, dafs man hierbei in Bezug auf die Anlegung von Geschäftsräumlichkeiten keinesfalls hinter dem Bedürfnisse zurückgeblieben ist. Da es zweifelhaft war, ob mehr Nachfrage nach grofsen oder nach kleinen Geschäftsräumen auftreten würde, so wurde in Aussicht genommen, in den erwähnten Stockwerken zunächst grofse freie Räume, welche sich nach Bedürfnifs leicht theilen lassen, zu bilden. In Bezug auf die Wohnungen empfahl es sich, hauptsächlich solche von mittlerer Gröfse mit fünf bis sechs Zimmern anzulegen, weil im Innern der Stadt Wohnungen von dieser Gröfse vorzugsweise gesucht werden; daneben durften aber auch kleinere und gröfsere Wohnungen nicht fehlen. Zwei der neuen Gebäude wurden zu Gasthöfen bestimmt, da die Baugesellschaft mehrere solche, u. a. das Hôtel de Saxe in der Burg-Strafse und Cassels Hôtel am Neuen Markt, zur Durchführung der Kaiser Wilhelm-Strafse hatte abbrechen müssen.

Bei der Grundstückeintheilung mufste besonders darauf geachtet werden, dafs die Gröfse der neu zu bildenden Grundstücke richtig bemessen wurde. Erhielten dieselben eine zu grofse Ausdehnung, so wurde dadurch ihre Verkäuflichkeit erschwert; andererseits mufsten dieselben aber grofs genug bemessen werden, um eine vortheilhafte Grundrifsbildung zu ermöglichen und für Engrosgeschäfte genügenden Raum zu gewähren.

Was die äufsere Gestaltung anbetrifft, so war es zur Erzielung eines möglichst grofs wirkenden Strafsenbildes geboten, zum mindesten in der Kaiser Wilhelm-Strafse die Façaden der Gebäude eines jeden Blocks einheitlich zu gestalten, wobei jedoch darauf zu achten war, dafs die Theilung der Grundstücke zum klaren Ausdruck kam. Um nach diesem allgemeinen Programme gute Entwürfe zu erlangen, erschien es wünschenswerth, eine ausgedehntere Betheiligung der Architekten an der Lösung der vorliegenden Aufgabe herbeizuführen. Wenn irgendwo, so war es bei dieser umfangreichen Neubebauung nothwendig, jede einseitige und schablonenhafte Behandlung zu vermeiden. Diesem Fehler konnte wirksam vorgebeugt werden durch eine wenn auch nur für einen Theil des Unternehmens auszuschreibende allgemeine Wettbewerbung, da von einer solchen werthvolle Anregungen von den verschiedensten Auffassungen aus zu erwarten waren, und dieselbe aufserdem Gelegenheit bieten mufste, die Kräfte kennen zu lernen, welche an der Lösung dieser Aufgabe sich besonders betheiligen mochten und dafür eigneten. Die Baugesellschaft veranstaltete daher schon im Herbst 1884 für die beiden zwischen der Burg-Strafse und der Heiligen Geist-Strafse belegenen Häuserblöcke, auf denen sich die Gebäude wegen der bevorzugten Lage in der Nähe des Lustgartens durch vornehme Ausbildung auszeichnen sollten, eine öffentliche, allgemeine Preisbewerbung. Aus derselben gingen die Architekten Cremer und Wolffenstein als Sieger

hervor. Zweite Preise erhielten die Architekten von Holst und Zaar und der Baumeister Guth. Der Plan von Cremer und Wolffenstein wurde mit einigen Veränderungen, welche zum grofsen Theil durch die inzwischen erfolgte Nacherwerbung mehrerer Grundstücke bedingt waren, zur Ausführung gewählt und es wurde den Verfassern desselben auch die Ausarbeitung der Ausführungs-Entwürfe und Einzelheiten übertragen. Fast gleichzeitig mit der eben erwähnten setzte die Baugesellschaft eine zweite Wettbewerbung für einen anderen Theil des Unternehmens, nämlich für den zwischen der Kloster-Strafse und der Neuen Friedrich-Strafse südlich der Kaiser Wilhelm-Strafse belegenen Block ins Werk. Hier mufste bei der Natur der Stadtgegend die Rücksicht auf Nützlichkeit und Gewinn gegenüber dem Streben nach ästhetischer Ausbildung mehr in den Vordergrund gestellt werden; es wurde daher eine beschränkte Wettbewerbung unter solchen Architekten veranstaltet, welche zugleich Inhaber von Baugeschäften waren und von deren langjähriger Erfahrung im Berliner Privatbau man besonders zweckmäfsige Lösungen erwarten durfte. Diese Preisbewerbung erstreckte sich gleichzeitig auf die Lieferung von Entwürfen und auf die Ausführung, für welche die Baugesellschaft den Wettbewerbern besondere Vorschriften gegeben hatte. Die Theilnehmer hatten Entwürfe, Ertragsberechnungen und Kostenanschläge, aus denen sich die geforderten Ausführungspreise ergaben, zu liefern. Die Baugesellschaft behielt sich das Recht vor, einem anderen als dem Verfasser des von ihr zur Ausführung gewählten Entwurfes die Ausführung zu übertragen, war aber dann verpflichtet, dem letzteren für Lieferung des Entwurfes eine vorher festgesetzte Entschädigung zu zahlen. Es wurden hier die Pläne von Ende und Böckmann für die Ausführung gewählt, jedoch bei der letzteren einige Gedanken aus dem Entwurfe des Baumeisters Lauenburg berücksichtigt. Beide Wettbewerbungen hatten für das Unternehmen, abgesehen davon, dafs durch dieselben gute Entwürfe für die betreffenden Häuserblöcke erlangt wurden, noch den erwarteten weiteren Nutzen, dafs auf Grund ihrer Ergebnisse das Bebauungsprogramm enger begrenzt und eingehender in allen Theilen durchgebildet werden konnte. Auch für die gröfseren unter den übrigen Blöcken wurde an dem Grundsatze, die Entwürfe im Wege der Wettbewerbung zu erlangen, wenigstens insoweit festgehalten, als mehrere Architekten zugleich mit der Aufgabe betraut wurden, nach dem ihnen gegebenen genauen Programme allgemeine Parcellirungs- und Bebauungspläne, letztere nur in Grundrissen, anzufertigen, unter denen dann der geeignetste zur weiteren Bearbeitung und Ausführung gewählt wurde. Hiernach sind die Entwürfe für den Block zwischen der Heiligen Geist-Strafse und der Spandauer Strafse von dem Baumeister Guth einschliefslich der Einzelheiten bearbeitet. Für den grofsen, zwischen der Kloster-Strafse und Neuen Friedrich-Strafse nördlich der Kaiser Wilhem-Strafse belegenen Block wurde ein von Ende und Böckmann gelieferter allgemeiner Entwurf mit einigen aus einem Wettbewerbungsplane von Lauenburg entnommenen Veränderungen gewählt. Die besondere Bearbeitung der Entwürfe wurde hier der Beschleunigung halber vier Architekten bezw. Firmen übertragen, wobei Ende und Böckmann die Bearbeitung für die Gebäude in der Kaiser Wilhelm-Strafse, die Architekten von Holst und Zaar, Schütz und Lauenburg diejenige für die Neue Friedrich-Strafse und Kloster-Strafse übernahmen. Ferner entwarfen von Holst und Zaar das Gebäude am Neuen Markt, während die Pläne für den letzten Block an der Münz-Strafse durch Cremer und Wolffenstein geliefert wurden. Nach diesen Entwürfen wurde das gesamte Bauland zur Errichtung von 37 selbständigen Gebäuden verwerthet.

Von den Grundsätzen, welche aufser dem schon erwähnten Programm bei der Aufstellung der Entwürfe beachtet wurden, möchten die nachstehenden zu erwähnen sein: Bei der Parcellirung wurde danach gestrebt, dafs die Grundstücke an der Kaiser Wilhelm-Strafse eine möglichst grofse Tiefe erhielten, und es wurde zu diesem Zwecke das Hinterland, soweit als thunlich, diesen Grundstücken und nicht denjenigen an den Querstrafsen zugetheilt, da zu erwarten stand, dafs die erstgenannten Grundstücke sich als die werthvolleren entwickeln würden. Jedes Grundstück wurde, um den späteren Verkauf nicht zu erschweren, rücksichtlich der Bebauung als ein durchaus selbständiges behandelt, es wurde daher bei Aufstellung der Entwürfe jede Anordnung vermieden, zu deren Durchführung die grundbuchliche Belastung eines Nachbargrundstückes erforderlich gewesen wäre. Für die Bebauung der Grundstücke und die Lage der Höfe wurden je nach der Gröfse und Gestalt der Grundstücke und den sonstigen Umständen die verschiedensten Grundformen gewählt. Die von Cremer und Wolffenstein entworfenen, zum Theil auf Bl. 54 bis 56 dargestellten Bauten zeigen in der Mehrzahl die in Berlin meist übliche Anordnung eines in der Mitte des Grundstückes liegenden, auf allen Seiten von Baulichkeiten umgebenen Hofes. Im übrigen ist bei den meisten der Grundstücke aufser dem Vorderhause entweder ein Seitenflügel und unter Umständen ein Quergebäude, oder ein Mittelflügel mit zwei Quergebäuden angeordnet, sodafs der Hof bezw. die Höfe an den Nachbargrenzen zu liegen kamen. Dabei sind dann immer die Höfe benachbarter Grundstücke zusammengelegt und hierdurch sehr geräumige, helle und luftige Hofanlagen erzielt worden, zumal jeder einzelne von den zusammengelegten Höfen entsprechend der vorerwähnten selbständigen Bildung der einzelnen Grundstücke mindestens die polizeilich vorgeschriebene, meist aber eine gröfsere Ausdehnung erhielt. Die umstehend dargestellte Anordnung der beiden Blöcke zwischen der Kloster-Strafse und der Neuen Friedrich-Strafse zeigt, wie hier die Höfe von zwei, drei, vier und sogar fünf Grundstücken aneinander stofsen. Es sind dadurch Hofanlagen in einer Breite von 11 bis 13 m und in Längen von 15 bis 25 m, ja sogar bis zu 39 m geschaffen worden. Die an diesen Höfen liegenden Räume in den Seiten- und Hintergebäuden sind so gut erleuchtet, dafs sie in dieser Beziehung den Räumen in den Vorderhäusern kaum nachstehen. Dabei sind die nach den Polizeivorschriften nicht nothwendigen Hofflächen im Erdgeschofs zum Theil mit Glas überdacht und auf diese Weise helle und werthvolle Zubehöre zu den Geschäftsräumlichkeiten hergestellt worden. Endlich wurde bei Gestaltung der Grundrisse besonders danach gestrebt, dafs alle Hinterräume in bequemer und übersichtlicher Verbindung mit den Vorderräumen angeordnet wurden, was für die Geschäfte von grofsem Werthe ist. Insbesondere wurde auch darauf gehalten, dafs bei der Theilung der Räume im Erdgeschofs in einzelne Läden nicht nur die vor den Seitenflügeln belegenen, sondern auch die übrigen Läden je einen eigenen Hinterraum erhielten.

Bei der Wahl der für die Façaden der Gebäude anzuwendenden Architekturformen sind die Architekten den herr-

schenden Richtungen gefolgt. Dementsprechend findet sich die deutsche ebenso wie die spätere, zum Barock hinneigende Renaissance vertreten, letztere jedoch in der mafsvolleren, von

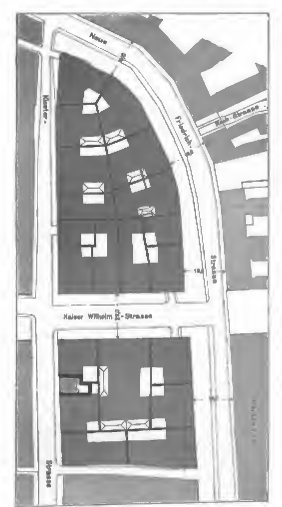


Abb. 3. Anordnung der beiden Häuserblöcke zwischen der Kloster- und Neuen Friedrich-Strafse.

Entartung sich freihaltenden Behandlung, für welche unter den Berliner Bauten aus dem vorigen Jahrhundert hervorragende Beispiele vorhanden sind.

Nach vorstehenden, auf die Entwürfe des ganzen Unternehmens bezüglichen Mittheilungen ist zur Erläuterung der auf Blatt 54 bis 57 dargestellten Gebäude wenig mehr nachzutragen:

Auf die von Cremer und Wolffenstein entworfenen Bauten hat die Baugesellschaft, sowohl was die Architekturformen, als auch was das Material anbetrifft, einen gröfseren Aufwand verwendet. Die beiden Eckbauten mit ihren von Kaiserkronen überragten Kuppeln betonen in wirkungsvollster Weise den Eingang in die neue Strafse. Die Façaden derselben sind einschliefslich der Kuppeln ganz in Sandstein ausgeführt; auch die übrigen Gebäude bis zur Heiligen Geist-Strafse sind reich mit Bildhauerarbeit in Sandstein geschmückt. Die Gesellschaft glaubte, dafs ihr bei dem erhabenen Namen, welchen die Strafse erhalten sollte, bei der Nähe des Königlichen Schlosses und der Museen, und in Anbetracht der von der Stadt geleisteten Unterstützungen ein „nobile officium" gebiete, diesen Theil der Strafse in hervorragender Weise und über die sonst an Privatbauten gestellten Anforderungen hinaus zu gestalten. Aber auch vom geschäftlichen Standpunkte, sofern man denselben nicht allzu einseitig wählte, liefsen sich diese Aufwendungen rechtfertigen, da sie geeignet erschienen, schon von weither die Aufmerksamkeit auf die neue Strafse zu lenken und die zukünftige bauliche und geschäftliche Entwicklung derselben günstig zu beeinflussen. Die ornamentalen Bildhauer-Arbeiten sind von dem Bildhauer Westpfahl ausgeführt; die weiblichen Atlanten unter den grofsen Balcons der Eckbauten, sowie die ruhenden Löwen am Fufse der Dachgiebel hat der Bildhauer Landgrebe, die Gruppen über den Mittelbauten an der Kaiser Wilhelm-Strafse der Bildhauer Felderhoff und die Figuren am Fufse der dreiseitigen Obelisken neben den Eckkuppeln auf der Nordseite der Bildhauer Geiger, auf der Südseite der Bildhauer Eberlein geschaffen.

Was die allgemeine Anordnung dieser Gebäude anbetrifft, so sind dieselben als eine Verbindung von Geschäfts- und Wohnhäusern nach dem vorerwähnten Programm angelegt. Diese Bestimmung wird auch durch das Aeufsere derselben deutlich zum Ausdruck gebracht. Nur auf dem Mittelgrundstück der Nordseite ist das Quergebäude ganz als Warenhaus eingerichtet. Dasselbe ist mit Sammelheizung und einem für Personen und Waren brauchbaren, durch Wasserkraft betriebenen, unmittelbar wirkenden Fahrstuhle versehen. Aufser dem letzteren sind zur Verbindung der galerieartig angelegten, durch ein Oberlicht erleuchteten Geschosse drei Treppen, eine im Innern des Warenhauses und zwei unmittelbar neben demselben, in den beiden Seitenflügeln vorhanden.

Das auf Blatt 57 dargestellte Gebäude am Neuen Markt ist als Gasthof ausgebaut. An derselben Stelle stand vor Durchlegung der Kaiser Wilhelm-Strafse „Cassels Hôtel", ein kleiner, hauptsächlich von jüdischen Geschäftsleuten benutzter und daher nach streng jüdischem Brauch betriebener Gasthof. Da in dieser Stadtgegend, in welcher sich auch die alte Synagoge befindet, die jüdischen Bewohner zahlreicher sind, als in irgend einem anderen Theile der Stadt, und hier sogar eine Anzahl von nur auf jüdische Käufer berechneten Geschäften besteht, so erschien es zweckmäfsig, auch das vorerwähnte Hôtel wieder vorzugsweise für eine jüdische Kundschaft einzurichten, was um so weniger Bedenken hatte, als das Gebäude nur eine geringe Ausdehnung hat. Restaurationen und Gasthäuser mit koscherer Küche werden vielfach zur Abhaltung jüdischer Festlichkeiten, insbesondere Hochzeiten, benutzt, aus denen die betreffenden Wirthe einen nicht unerheblichen Vortheil ziehen. Soll dann die Trauung in demselben Hause stattfinden, in welchem das Hochzeitsmahl gefeiert wird, so sind mindestens zwei Säle erforderlich. Aus dieser Rücksicht ist das erste Stockwerk zur Herstellung von zwei Sälen, mit welchen eine besondere Küche in guter Verbindung steht, benutzt. Zur Gewinnung von Kleiderablagen und ausreichenden Waschräumen usw., für beide Geschlechter getrennt, sind für die Nebenräume Zwischengeschosse zwischen dem Erdgeschofs und ersten Stockwerk und zwischen dem ersten und zweiten Stockwerk angelegt. Im Erdgeschofs befindet sich ein Restaurant mit der zu demselben gehörigen Küche. Die über dem ersten Stockwerk liegenden

vier Geschosse sind zu je neun Logirzimmern nebst Badestube eingerichtet (vergl. Abb. 4). Das Haus ist mit einem durch

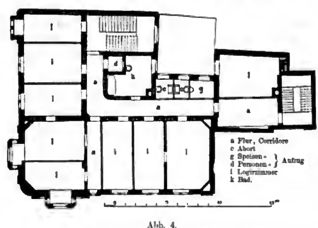


Abb. 4.
Grundrifs der oberen Geschosse des Gebäudes am Neuen Markt.

Wasserkraft betriebenen Personenaufzug und mit Warmwasserheizung versehen. Was das Aeufsere des Gebäudes anbetrifft, so erforderte dasselbe eine besonders wirkungsvolle Gestaltung, denn das Haus ist nicht nur infolge seiner Lage an einem Marktplatze, sondern auch, weil es als Eckhaus an der einspringenden Seite der gekrümmten Strafse liegt, von beiden Seiten aus grofser Entfernung sichtbar. Leider verbot sich mit Rücksicht auf die Kosten die Verwendung von echtem Materiale zu den Façaden. Dieselben sind daher in Putz und Stuck hergestellt; die Gliederungen, sowie die Thürme und Erker sind in der Farbe von rothem Sandstein gehalten und die dazwischenliegenden Flächen durch Malerei verziert, welche in den oberen Geschossen auf weifsem Grunde ausgeführt ist.

Nachdem die Entwürfe festgestellt waren, wurden aufs schleunigste die baupolizeilichen Genehmigungen nachgesucht, da schon im Jahre 1885 der Erlafs einer neuen Bauordnung als nahe bevorstehend angesehen wurde und von derselben bekannt war, dafs sie erhebliche Baubeschränkungen einführen würde. Es gelang denn auch für fast alle Gebäude die Bau-Erlaubnifsscheine noch im Jahre 1885 und für alle ohne Ausnahme dieselben noch vor Inkrafttreten der neuen Bauordnung zu erlangen.

Für die Bauausführung konnte bei deren Umfange und bei der Kürze der für dieselbe verfügbaren Zeit kaum ein anderer Weg als der der Haupt-Unternehmung gewählt werden. Dies ist in dem Sinne gemeint, dafs jedes selbständige Gebäude als ein eigener Unternehmungsgegenstand behandelt wurde, wobei jedoch nicht ausgeschlossen war, dafs mehrere einander ähnliche Häuser an einen und denselben Unternehmer verdungen wurden. Von dieser Hauptunternehmung wurden indessen bei den meisten Gebäuden gewisse Arbeiten, wie z. B. die Gas- und Wasser-Anlagen, ausgeschlossen, weil es der Baugesellschaft wichtig erschien, für dieselben geeignete Unternehmer selbst auswählen zu können. Aufserdem behielt sich die Gesellschaft das Recht vor, auch nach Abschlufs des Bauvertrages noch einzelne Gruppen von Arbeiten oder Lieferungen, solange deren Ausführung noch nicht begonnen oder eingeleitet war, von der Haupt-Unternehmung auszuschliefsen, und sie hat hiervon auch hin und wieder Gebrauch gemacht. Die Verdingungen erfolgten gegen Pauschsummen, welche auf Grund genauer Anschläge ermittelt waren. Aufser den Anschlägen und den besonderen, im Mafsstabe von 1:50 für die Grundrisse und $1:33^1/_3$ für die Aufrisse und Schnitte angefertigten Entwürfen waren aber für die Ausführung, einschliefslich aller Theile des anzuwendenden inneren Ausbaues, noch genaue Vorschriften gegeben, sodafs niemals Zweifel darüber entstehen konnten, was die Baugesellschaft im einzelnen wie im ganzen für die Pauschsumme zu fordern berechtigt war. Aus einer etwaigen Unvollständigkeit oder Unrichtigkeit des Anschlages war der Unternehmer nicht berechtigt, Mehrforderungen herzuleiten. Mit der Ausführung von Mehrarbeiten oder Veränderungen durfte der Unternehmer, auch wenn ihm bekannt war, dafs sie ausgeführt werden sollten, ohne vorgängige Preisvereinbarung nicht beginnen; andernfalls unterwarf er sich der einseitigen Preisfestsetzung durch die Baugesellschaft. Wurde eine vorgängige Preisvereinbarung wegen zu hoher Forderungen des Unternehmers nicht erzielt, so war die Baugesellschaft berechtigt, nicht nur die betreffenden Veränderungen oder Mehrarbeiten, sondern, falls diese allein einen geeigneten, selbständigen Verdingungsgegenstand nicht bildeten, auch noch so viel andere anschlagsmäfsige Leistungen, als zu einer selbständigen Verdingung nach ihrem Ermessen erforderlich waren, dem Haupt-Unternehmer zu entziehen und durch einen anderen Unternehmer ausführen zu lassen. Nach Fertigstellung der Gebäude erfolgte die Abnahme; die Baugesellschaft blieb aber berechtigt, während der bei der Abnahme beginnenden, auf drei Jahre festgesetzten Haftzeit noch das Vorhandensein von Mängeln jeder Art und zwar auch solcher, welche bei der Abnahme übersehen waren, festzustellen und deren Beseitigung auf Kosten des Unternehmers zu verlangen. Etwaige Streitigkeiten waren unter Ausschlufs des ordentlichen Rechtsweges durch Schiedsgerichte zu entscheiden. Unter Anwendung dieser Bestimmungen, von denen übrigens ein unbilliger Gebrauch nicht gemacht wurde, hat sich das Verfahren der Haupt-Unternehmung im allgemeinen gut bewährt, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, dafs zu den Verdingungen nur bewährte Unternehmer zugelassen wurden, von denen man eine tüchtige Ausführung und eine bereitwillige Erfüllung der vertragsmäfsigen Verpflichtungen mit Sicherheit erwarten durfte.

In Bezug auf die bei der Ausführung angewendeten Baustoffe und die Ausstattung ist folgendes zu erwähnen: Aufser den Gebäuden zwischen der Burg-Strafse und der Heiligen Geist-Strafse, deren Façaden, wie erwähnt, theils vollständig, theils in den Gliederungen und Verzierungen in Sandstein ausgeführt worden sind, ist solcher noch in geringerem Umfange an den Häusern zwischen der Heiligen Geist-Strafse und der Spandauer Strafse zur Verwendung gekommen. Im übrigen sind die Façaden theils vollständig in Putz, theils mit Gliederungen aus Putz und Stuck und Backsteinverkleidung der Flächen ausgeführt. Hierbei wurden die Verzierungen und der Putz der Gliederungen theils ganz in Cement, theils unter Mitverwendung von Cement hergestellt. Die Dächer wurden als Mansardendächer ausgeführt, die steilen Flächen mit Schiefer gedeckt, die oberen wenig geneigten Flächen als Holzcementdächer hergestellt.

Bei der inneren Ausstattung mufsten die Anforderungen erfüllt werden, welche gegenwärtig an Gebäude in guten Stadtgegenden gestellt werden. Dabei wurde aber ein Aufwand, wie er zur Zeit vielfach bei Wohngebäuden im Westen Berlins mit echtem oder Stuck-Marmor oder Stuccolustro, mit echten Holzdecken und dergleichen getrieben wird, vermieden. Dagegen ging man da, wo durch eine Mehraufwendung eine gröfsere Gediegenheit und eine bessere Erhaltung zu erreichen war, vielfach über das in Berlin übliche Durchschnittsmafs hinaus. Dies empfahl sich schon aus geschäftlichen Rücksichten, denn bei der grofsen Zahl der Gebäude wird vielleicht eine längere Reihe von Jahren vergehen, bis alle vortheilhaft veräufsert werden können; für eine vortheilhafte Veräufserung ist aber ein guter Erhaltungszustand der Gebäude nothwendig. Hiernach haben die Gebäude in den Vorderzimmern und Speisezimmern der Wohnungen Parkettfufsboden, in den Vorderräumen der Geschäfte und den Läden eichenen Stabfufsboden, im übrigen gespundete, 33 mm starke Fufsböden aus schmal getrennten Brettern, im Keller Asphaltfufsboden auf doppelter Flachschicht erhalten. In den durchweg überwölbten Kellern sind die Wände und Gewölbe nicht geputzt, sondern aus hellfarbenen Mauersteinen ausgeführt oder mit solchen verblendet und mit Cement gefugt. Die Thüren und Fenster sind in reichlichen Holzstärken, erstere mit verstärkten Kehlstöfsen hergestellt; alle Schaufenster im Erdgeschofs, wie auch die grofsen Fenster im ersten Stockwerk sind in Eichenholz ausgeführt. Zwischen der Burg-Strafse und Heiligen Geist-Strafse haben alle Fenster an den Strafsenseiten Spiegelverglasung erhalten; im übrigen ist diese auf die beiden untersten Geschosse beschränkt worden, während die Fenster in den oberen Stockwerken grofse Scheiben aus rheinischem Glase erhalten haben. Die Vorderzimmer und Speisezimmer der Wohnungen haben weifse oder farbige feine Oefen erhalten, die Wände der Speisezimmer sind mit Holztäfelungen versehen. Die Treppen sind sämtlich entweder aus Eisen oder aus Stein hergestellt; hölzerne Treppen sind nicht ausgeführt. Für die steinernen Treppen wurde je nach ihrer Form und ihren Abmessungen Granit oder Sandstein verwendet, oder dieselben wurden zwischen eisernen Trägern gewölbt. Alle Haupttreppen haben eichene Trittstufen erhalten. Die Geländer derselben sind meist aus Holz mit gestochenen, eichenen Traillen, bei den Bauten zwischen der Burg-Strafse und der Heiligen Geist-Strafse aber aus Eisen in Kunstschmiedearbeit ausgeführt. Polizeilicher Anforderung entsprechend mufsten alle von den Haupt- und Neben-Treppenhäusern nach den Geschäftsräumen führenden Thüren aus Eisen hergestellt werden.

Die Bauleitung wurde für die Bauten zwischen der Burg-Strafse und der Heiligen Geist-Strafse den Architekten Cremer und Wolffenstein übertragen. Für die anderen Bauten wurden zwar auch die erforderlichen Einzelzeichnungen meist von den Architekten geliefert, welche die Entwürfe bearbeitet hatten, im übrigen besorgte aber die Baugesellschaft die Bauleitung und die Ueberwachung der Ausführung durch ihre Angestellten. Als Haupt-Unternehmer sind beschäftigt worden: die Actiengesellschaft für Bau-Ausführungen bei acht Gebäuden, Ende und Böckmann bei sieben, Maurermeister F. A. Metzing bei fünf, Bussee und Gansow bei fünf, Maurermeister W. Koch bei vier, Hof- und Rathsmaurermeister Jacob bei zwei, Blumberg und Schreiber bei zwei, Maurermeister Landé bei zwei, Baumeister Guthmann bei zwei Gebäuden. Die auf Blatt 54 bis 56 dargestellten Bauten zwischen der Burg- und der Heiligen Geist-Strafse auf der Nordseite der Kaiser Wilhelm-Strafse sind von der Actiengesellschaft für Bau-Ausführungen, diejenigen auf der Südseite von W. Koch, die Steinmetzarbeiten bei denselben von Wimmel u. Co. ausgeführt, mit Ausnahme des südlichen Eckgebäudes an der Burg-Strafse mit Kuppel, für welche C. Schilling diese Arbeiten lieferte. Unternehmer für das Hotel-Gebäude am Neuen Markt war der Hofmauermeister Jacob.

Bei dem Alter des Stadttheils hätte man voraussetzen dürfen, dafs sich beim Abbruch der alten Gebäude und den zur Gründung der neuen Baulichkeiten auszuführenden Ausgrabungen zahlreiche Gegenstände von geschichtlichem Werthe finden würden. Die Ausbeute war indessen nicht sehr grofs. Es wurden in der Nähe der Burg-Strafse aufser einem weiter unten zu erwähnenden Schiffsgefäfse einige Hirschgeweihe, in der Nähe der Kloster-Strafse einige mittelalterliche Töpfe und Urnen, welche theils im Erdboden lagen, theils in alte Mauern eingefügt waren, ferner an der Spandauer Strafse der wohlerhaltene Eimer eines Ziehbrunnens mit Stange, wie sie auf dem Lande üblich sind, endlich an verschiedenen Punkten Kanonenkugeln, mittelalterliche Schlüssel und Münzen aus verschiedenen Zeiten gefunden. Zu den neubebauten Grundstücken gehörte auch der alte Kalandshof, im Mittelalter der Sitz der Kalandsbrüderschaft, an der Ecke der Kloster-Strafse und Kalandsgasse. Doch wurde hier nichts bemerkenswerthes gefunden, als in den Kellermauern einige Krammen und Ringe. Dieselben stammten wohl aus der Zeit her, in welcher der Kalandshof als städtisches Gefängnifs benutzt wurde, und dienten vermuthlich zur Befestigung der Ketten, an welche die Gefangenen angeschlossen wurden. Alle diese Gegenstände sind an das Märkische Provincial-Museum abgeliefert worden.

Die Bauausführung hatte mit mancherlei Schwierigkeiten zu kämpfen. Bei den Bauten zwischen der Burg-Strafse und der Heiligen Geist-Strafse, bei denen wegen der in Sandstein hergestellten Façaden und Kuppeln an den Ecken eine besonders sorgfältige Gründung nothwendig war, fand sich ein sehr ungünstiger Baugrund vor, indem der tragfähige Boden auf den Grundstücken an der Burg-Strafse und zum Theil auch noch auf den Mittelgrundstücken erst in einer Tiefe von etwa 7 m unter dem Kellerfufsboden der geplanten Gebäude angetroffen wurde. Es mufste daher zu künstlichen Gründungen, theils durch Senkkasten, theils mittels Beton zwischen Spundwänden geschritten werden. Diese Arbeiten wurden erschwert durch allerhand Hindernisse, als Pfähle, Hölzer jeder Art usw., welche sich im Grunde vorfanden. Auf einem Grundstück wurde in grofser Tiefe sogar der vollständige Boden und ein Theil der Seitenwände eines zweifellos schon in mittelalterlicher Zeit hier versunkenen, in seiner Bauart von den jetzt üblichen Fahrzeugen wesentlich abweichenden Schiffsgefäfses gefunden, dessen Holzwerk noch gut erhalten war.

Bei dem Umfange der Neubebauung und dem Alter des Stadttheiles war es nicht zu verwundern, dafs die Bauausführung vielfach durch uralte, theils auf Eintragungen in den Hypothekenbüchern, theils auf alten Verträgen, theils nur auf Ersitzung beruhende Rechte der Nachbarn behindert und erschwert wurde. In einigen Fällen gingen diese Rechte dahin, dafs die Baugesellschaft verpflichtet war, gewisse Flächen ihrer Grundstücke zu Gunsten der benachbarten Grundstücke unbebaut

zu lassen. In einem Falle fand sich, dafs der Keller eines Nachbars sich über sein Grundstück hinaus auf dasjenige der Baugesellschaft erstreckte und der Steingiebel des Nachbarhauses sonach keine eigene Grundmauer hatte, sondern auf dem Kellergewölbe stand. Bleibende Nachtheile sind der Baugesellschaft aus diesen Streitigkeiten nicht erwachsen, denn in den meisten Fällen gelang es, die entgegenstehenden Nachbarrechte auf gütlichem Wege ohne grofse Opfer zu beseitigen; in den Fällen aber, in denen eine Einigung mit dem Nachbar nicht zu erzielen war, und die Baugesellschaft sich daher den Rechten desselben unterwerfen mufste, beanspruchte und erhielt sie von dem Vorbesitzer ihres Grundstücks eine entsprechende Entschädigung, da dieser das Grundstück zu freiem Eigenthum abgetreten und daher auch die Freiheit des Eigenthums zu gewährleisten hatte. Bei den Grundstücken an der Münz-Strafse stiefs man in der Erde auf das Mauerwerk alter Befestigungsbauten, welche jedenfalls zu den unter der Regierung des Grofsen Kurfürsten angelegten Befestigungen gehört hatten. Es gelang jedoch ungeachtet der erwähnten Schwierigkeiten, die Ausführung aller Gebäude, zu deren Herstellung die Baugesellschaft nach dem Vertrage mit der Stadt verpflichtet war, in der vorgeschriebenen Zeit fertigzustellen, sodafs der Magistrat der Gesellschaft am 1. October 1887 den nach Fertigstellung der Gebäude fälligen, letzten Theil der Beihülfesumme auszahlen lassen konnte.

Die Baukosten stehen noch nicht durchweg fest, da die Abrechnungen noch nicht vollständig abgewickelt sind. Die nachstehenden Angaben werden aber als nahezu genau angesehen werden können. Die Gesamtbaukosten werden sich auf 8500000 ℳ belaufen, wovon etwa 300000 ℳ auf die bei sechs Gebäuden angewendeten künstlichen Gründungen entfallen. Sieht man von dieser Ausgabe ab, so stellen sich die Baukosten für das Cubikmeter umbauten Raumes im Mittel auf 19,7 ℳ. Betrachtet man jedoch die neun Gebäude zwischen der Burg-Strafse und Heiligen Geist-Strafse, bei denen ein gröfserer Aufwand gemacht ist, für sich, so stellen sich bei diesen die Kosten einschliefslich der Sandsteinarbeiten, der Kuppeln usw. auf 23,1 ℳ für das cbm, und für die übrigen 28 Gebäude auf 18,4 ℳ für das cbm umbauten Raumes. Trennt man bei diesen letzteren wieder die sieben im Jahre 1885 vergebenen Gebäude von denjenigen 21, welche erst im Jahre 1886 verdungen werden konnten, so ergeben sich die Baukosten für erstere zu 16,2 ℳ, für letztere zu 19,2 ℳ für das cbm umbauten Raumes. Als solcher ist hierbei der Raum des Gebäudes einschliefslich der meist zu Mansardenwohnungen ausgebauten Dachgeschosse bis herab zum Kellerfufsboden verstanden. Bei Beurtheilung der Baukosten mufs berücksichtigt werden, dafs 15 von den 37 Gebäuden, also nahezu die Hälfte, Eckhäuser sind, welche bekanntlich immer theurer sind, als andere Häuser, ferner, dafs die Grundstücke im allgemeinen nicht viel Hinterland haben und daher die kostspieligen Vordergebäude im Vergleich zu den wohlfeileren Seiten- und Hintergebäuden überwiegen, und endlich, dafs die Bauausführung während der vom Jahre 1885 ab eingetretenen erheblichen Steigerung der Baupreise bewirkt werden mufste. Schon im Frühjahr 1885, bevor der erste Bauvertrag geschlossen werden konnte, hatte der allgemeine Maurerausstand begonnen, welcher zu einer wesentlichen Lohnerhöhung führte. Weitere Preissteigerungen für Löhne und Materialien folgten im Jahre 1886; der Einflufs derselben zeigt sich in den vorerwähnten Durchschnittskosten der in den Jahren 1885 und 1886 verdungenen gleichartigen Bauten.

Die Mittel, welche zur Ausführung des Unternehmens aufser dem Actien-Capital und den städtischen Beiträgen erforderlich sind, werden durch Beleihung der Grundstücke mit Hypotheken beschafft. Da der bei der Stadt hinterlegte Dividendenfonds ausreicht, um für die Zeit vom 1. October 1887 bis 1. October 1892 die statutenmäfsig für diese Zeit festgesetzte Dividende von 5 pCt. voll zu zahlen, so würde für diese Zeit schon ein Reingewinn von solcher Höhe genügen, dafs aus demselben die Hypothekenzinsen und Verwaltungskosten gedeckt werden können. Zur Zeit sind die Vermiethungen soweit vorgeschritten, dafs der Werth der Miethsabschlüsse etwa 60 pCt. von den Einnahmen bei voller Vermiethung beträgt. Dies Ergebnifs erscheint nicht ungünstig, wenn man den Zustand, welchen der Stadttheil noch vor wenig Jahren hatte, sowie den Umstand berücksichtigt, dafs die Kaiser Wilhelm-Brücke, bei deren Erbauung die Stadt mit mancherlei Schwierigkeiten zu kämpfen hatte, erst im December vorigen Jahres und zwar in noch unfertigem Zustande für den Verkehr eröffnet ist.

Berlin, im Mai 1888.

Neuhaus.

Haus Schmieder in Karlsruhe.

Zu den auf den Atlasblättern 5 und 8 dieses Jahrganges gegebenen Grundrissen und Einzelheiten des von dem Baudirector, Professor Dr. J. Durm erbauten Hauses Schmieder in Karlsruhe fügen wir auf Blatt 6/7 im Atlas die Westansicht dieses mit der ganzen Liebe, die der Künstler seinen Schöpfungen stets zuwendet, durchgebildeten und dargestellten Gebäudes. Leider ist es dem Herrn Verfasser nicht möglich gewesen, die ebenfalls in den Veröffentlichungsplan aufgenommene Ansichtszeichnung der der Akademiestrafse zugewendeten Südseite so rechtzeitig fertig zu stellen, dafs sie in diesem Hefte Aufnahme finden konnte. Dieselbe wird in der ersten Lieferung des nächsten Jahrganges nachfolgen. Bezüglich der Beschreibung beider Ansichten dürfen wir auf den den Abbildungen im ersten Hefte beigegebenen Text, Spalte 3 bis 8, verweisen.

Die Red.

Küsterwohnhaus am Dom in Merseburg.

(Mit Abbildungen auf Blatt 58 im Atlas.)

Der Dom in Merseburg hat von jeher für die Alterthumsforscher und besonders für die Freunde mittelalterlicher Kunst einen grofsen Werth gehabt und ist ihnen eine reiche Fundgrube werthvoller Gegenstände und wichtiger Einzelheiten für ihre Forschungen gewesen. Bis zum Jahre 1882 befanden sich jedoch der Dom sowohl wie seine ebenso bemerkenswerthen und malerischen Umgebungen in einem wenig guten baulichen Zustande, sodafs die endliche Ausführung der längst geplanten Wiederherstellung der ganzen Anlage damals als ein freudiges Ereignifs allgemein begrüfst werden konnte. Die Wiederherstellung ist in den Jahren 1882 bis 1886 erfolgt, die Einweihung wurde am 7. November letztgenannten Jahres vorgenommen, ein Tag, der durch die persönliche Anwesenheit unseres hochseligen Kaisers Friedrich, des damaligen Kronprinzen, verherrlicht, allen, denen an der Feier theilzunehmen vergönnt war, ein ewig unvergefslicher sein wird. Ueber den Dom selbst wird vielleicht an dieser Stelle später noch eingehender gesprochen werden, für jetzt soll nur von einigen Nebenanlagen die Rede sein, deren Zweck es ist, zur Vervollständigung und zum Abschlusse des sich südlich an die Kirche anschliefsenden Kreuzganges und als Ersatz für die vor Ausführung der Wiederherstellungsarbeiten hier befindlich gewesenen, zum Theil stark baufälligen und in ihrer Verfallenheit unschönen Baulichkeiten zu dienen.

Von dem Kreuzgange ist nur noch der südliche, östliche und westliche Theil vorhanden, der an der Kirche entlang geführte nördliche ist jedenfalls schon lange vorher, bei früheren Umbauten des Kirchenschiffes, beseitigt worden. Die erhaltenen Theile zeigen im wesentlichen die Form des romanisch-gothischen Uebergangsstiles, nur im westlichen Theile treten spätgothische aber auch zum Theil romanische Formen auf, ein Zeichen dafür, dafs gerade dieser Theil einerseits frühere Bauwerke in sich aufgenommen, andererseits spätere Umbauten sich hat gefallen lassen müssen. Ueber dem ganzen westlichen Kreuzgangflügel, ihn überdeckend und noch einen guten Theil vor demselben vorspringend, stand früher das alte Domgymnasium, ein vollständig reizloser, aus schlechtem Material hergestellter und ganz schmucklos gehaltener Nützlichkeitsbau, von dem nur die in Sandstein gemeifselte Renaissance-Eingangsthür der Erhaltung werth gewesen ist. Sie wurde ganz in der alten Form bei dem Neubau als Eingangsthür zum Kreuzgange (*a* im Grundrifs) verwendet. Aufserdem ist eine alte steinerne Tafel, des Ritters Georg Kampf mit dem Drachen darstellend, welche ebenfalls in der Aufsenwand des Gymnasiums safs und offenbar aus älterer Zeit stammt als der Gymnasialbau, erhalten und im Innern des Kreuzganges wieder vermauert worden.

Auch die beiden anderen Kreuzgangflügel waren überbaut, lagen aber bis dahin unbenutzt, nachdem sie früher als Kornkammern für das Zehntgetreide des Domcapitels gedient hatten.

Das Ganze hat durch die Wiederherstellungsarbeiten ein sehr viel freundlicheres und vor allem geordneteres Ansehen erhalten. Die alte Domschule ist ganz und gar abgebrochen worden, nachdem sie durch einen Neubau an anderer Stelle entbehrlich geworden war, und nur der darin verborgen gewesene, bis dahin zu ganz untergeordneten Zwecken benutzte Kreuzgangtheil ist erhalten geblieben. Die Ueberbauten über den anderen Flügeln des Kreuzganges wurden dagegen äufserlich ganz und gar unverändert gelassen und nur in guten baulichen Zustand versetzt. Der östliche und ein Theil des südlichen Flügels enthalten jetzt Räume für das Archiv und die Büchersammlung der Königlichen Regierung. Bei den Wiederherstellungsarbeiten wurde sorgfältig vermieden, den Eindruck des Alterthümlichen zu verwischen, es wurden, soweit möglich, die alten Steine wieder verarbeitet, alle irgend verwendbaren Architekturtheile, soweit sie nicht die Sicherheit des Ganzen in Frage stellten oder so beschädigt waren, dafs sie ihren Zweck nicht mehr genügend erfüllten, wurden erhalten und nur neu befestigt, auch dem Mörtel wurde ein solches Aussehen gegeben, dafs er nicht grell von dem der alten Theile abstach, und schliefslich wurde durch reichliche Anpflanzung von Epheu, der glücklicherweise sehr schnell emporwuchs, das trauliche und zum Gedenken an vergangene Zeiten anregende Aussehen, wie es einer solchen Anlage eigenthümlich sein mufs, nach Möglichkeit hervorzubringen gesucht. Die Beplattung des Fufsbodens im Kreuzgange, die bis dahin aus alten, werthvollen Leichensteinen bestanden hatte, wurde neu aus Wesersandsteinplatten hergestellt, und die Grabsteine der besseren Erhaltung wegen und zum nicht zu unterschätzenden Schmucke an den Wänden aufgestellt; die Gewölbe und die Wandflächen erhielten, nachdem sie neu geputzt waren, leichte Malerei.

Die Westansicht erforderte völlige Neuherstellung, da sie während ihres Eingebautseins im alten Gymnasium aus einer sehr schadhaften, von kleinen, in Lehm vermauerten Bruchsteinen hergestellten Wand bestanden hatte. Es war dies eine keineswegs gefahrlose Arbeit, da die Gewölbe sowohl wie auch die inneren Strebepfeiler in einem sehr schlechten Zustande sich befanden. Die Arbeit konnte selbstverständlich nur stückweise vorgenommen werden. Für die neue Westansicht war durch eine vom Ministerium der öffentlichen Arbeiten gegebene Ansichtszeichnung der spätgothische Stil vorgeschrieben worden im Anschlusse an die Südseite des Kirchenschiffes, welche ebenfalls diese Stilformen zeigt. Um die ganze Höhe des Kreuzgangbaues sichtbar zu machen, zugleich aber um den etwa 1 m unter dem äufseren Gelände liegenden Kreuzgangfufsboden möglichst trocken zu legen, ist davor ein breiter Graben, der sich mit ganz flacher Neigung an die Ebene des davorliegenden Domplatzes anschliefst, ausgehoben worden. Die Flächen dieses Grabens sind, ebenso wie der von der Kirche und den drei Kreuzgangflügeln eingeschlossene Binnenhof durch Anlage von Rasenbeeten mit niederem Buschwerk und, wie bereits bemerkt, durch reichliche Epheuanpflanzung, der Binnenhof auch durch Anlage eines Springbrunnens in passender Weise geschmückt und mit dem Ganzen in Einklang gebracht worden. Der Kreuzgang selbst wurde auf der Westseite durch ein hohes gothisches Schieferdach abgedeckt.

Einen würdigen Abschlufs erhält das Ganze aber durch das den Kreuzgang nach Süden abschliefsende Wohnhaus für den Domküster und Läuter, dessen Aufsenansicht ebenfalls durch die im genannten Ministerium bearbeitete Zeichnung festgestellt worden ist. Aufser den Dienstwohnungen enthält es über dem südlichen Kreuzgange noch einen Saal für Versammlungen des Gemeindekirchenrathes und einen Raum für die Bibliothek der Kirche, endlich ein Zimmer für den Bibliothekar

der Königlichen Regierung, welcher durch eine eiserne Thür von hier aus unmittelbar in die oben erwähnten Bibliothek- und Archivräume gelangen kann. Im Innern ist das Gebäude seiner Bestimmung gemäfs einfach gehalten und bietet kein besonderes Interesse, im Aeufseren ist es so gut und harmonisch der ganzen Anlage eingefügt, so malerisch gruppirt und so zierlich gestaltet, dafs jedermann es mit Wohlgefallen und Freude betrachten wird. Zur Herstellung der Aufsenflächen ist auch wieder der alte, aus dem Abbruche der alten Domschule gewonnene Bruchstein verwendet worden, während die Innenwände aus Ziegelsteinen aufgemauert wurden. Alle Gesimse, Fenster- und Thüreinfassungen usw. sind aus hellem Nebraer Sandstein gefertigt und sämtliche Arbeiten nur von einheimischen Meistern oder solchen aus den nächsten Nachbarstädten ausgeführt worden. Die dahinter liegenden, als Archiv eingerichteten Gebäude haben auf der von aufsen allein sichtbaren Südseite ein der Architektur des Küsterwohnhauses entsprechendes Aussehen erhalten.

Scene der Alten und Bühne der Neuzeit.

Ein Beitrag zur Lösung der Volkstheaterfrage, zugleich ein Versuch zur Raumgestaltung grofser Zuschauerräume, aus den bisher üblichen Theaterformen entwickelt.

(Schlufs.)

Theater der Alten, der Renaissance und der Gegenwart.

Wirft man einen Blick zurück auf die vorgeschlagenen Aenderungen, so wird ersichtlich, dafs dieselben nichts anderes bedeuten, als eine Vermittlung zwischen der schmalen, aber unvortheilhaft tiefen Bühne der Gegenwart und der breiten, aber flachen Scene der Alten.

Das Schauspiel der Griechen hatte seinen Ursprung in den festlichen Aufzügen zu Ehren des Dionysos. Um dem Chore eine Ruhepause in den Lobgesängen (Dithyramben) zu schaffen, oder um diese Pause, welche von Zeit zu Zeit nothwendig wurde, passend auszufüllen, stellte Thespis den ersten Schauspieler (Hypokriten) dar, der durch den Wechselgesang mit dem Chore der Aufführung höheren Reiz verlieh. Dieser Schauspieler mufste auch eine erhöhte Stellung erhalten auf einem „Podium", welches leicht aus Brettern aufgeschlagen wurde. Das Podium mit seiner Beweglichkeit hat möglicherweise den Anlafs zur Fabel vom Thespis-Karren gegeben (Horaz). Aus dem Podium hat sich alsdann mehr und mehr die Scene, deren Ausstattung den Ort der Handlung andeutete, entwickelt, nachdem Aeschylos den zweiten, und Sophokles den dritten Schauspieler auf die Bretter gebracht hatten. Die Orchestra, der halbkreisförmige ebene Plan, welcher sich vor der etwa 2,5 m erhöhten Scene in den Zuschauerraum hinein erstreckte, stellte eine Erweiterung der Bühne dar, deren Bedeutung also mit der wechselnden Scene ebenfalls sich veränderte, und bald als Vorplatz vor dem Herrscherhause, bald als Markt der Stadt, bald als geheiligter Vorraum des Tempels aufzufassen war. Im Mittelpunkte des Halbkreises etwa stand in der Orchestra vor der Bühne die Thymele, ein Altar mit mehreren Stufen, von denen herab der Chorführer (Chorege) die Gesänge und Tänze des Chors (der Choreuten) zu leiten pflegte. Um die Orchestra gruppirten sich (Abb. 8), amphitheatralisch ansteigend, die Sitzreihen, welche mit Benutzung eines Bergabhanges, der natürlichen Ausbuchtung desselben folgend, möglichst ohne grofse Unterbauten angeordnet waren. Die Sitzreihen wurden durch radiale Treppen und concentrische Umgänge in so viele Theile zerlegt, als dies die Gröfse des Theaters für den Verkehr bedingte. Die höchste Stufe wurde durch einen ringsumlaufenden Säulengang abgeschlossen. Die Entleerung des Zuschauerraumes fand je nach der örtlichen Beschaffenheit nach oben, nach den Seiten oder durch die Orchestra statt, aus der an der Scene rechts und links zwei Eingänge (Eisodoi) führten, welche bei den

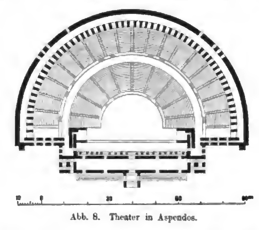


Abb. 8. Theater in Aspendos.

Griechen offen blieben und während der Vorstellung dem Chor zum Auftreten und Abgehen dienten. Die Scene hatte eine sehr geringe Tiefe (5 bis 8 m) bis zu der sie abschliefsenden, reich mit Säulenstellungen geschmückten Rückwand, eine sehr grofse Breite (40 bis 60 m), welche beiderseits durch zwei rechtwinklig vorspringende Flügelbauten (Paraskenien) begrenzt wurde, und nach Lohdes Untersuchungen (Scene der Alten, Berlin 1860) ein nach dem Zuschauerraume ansteigendes, schräges Dach (Abb. 8a). So etwa war auch das Theater angeordnet, welches um 500 v. Chr. in Athen am Südabhange der Akropolis massiv errichtet wurde, nachdem das bisher benutzte hölzerne Theater auf dem Lenaeum bei einer Vorstellung zusammengebrochen war. Bei den Volksversammlungen, welche man ebenfalls im Theater abhielt, wurde die massive Scenenrückwand

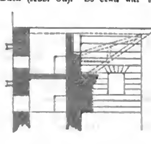


Abb. 8a. Bühnendach.

Anmerkung. Im ersten Theil dieser Abhandlung ist Abb. 1 auf Seite 314 irrthümlich als Grundrifs der Bühne in Darmstadt bezeichnet. Der Entwurf dieser Bühne ist allerdings von Hrn. Brandt (sen.) in Darmstadt gefertigt, aber nicht für das Theater in Darmstadt.

sichtbar, bei den Schauspielen war sie je nach Bedürfnifs durch eine davor errichtete und decorirte Wand verdeckt, welche unserem heutigen Schlufsprospect entsprach. Zur Schlufsdecoration passend, standen an der Seite rechts und links als Rahmen des Bühnenbildes die beiden Periakten, dreiseitige Prismen, welche um ihren senkrechten Zapfen drehbar, und an denen die Kulissen (Katablemata) befestigt waren. Alle diese wandelbaren Decorationen bestanden wie heute aus Latten, Brettern und bemalter Leinwand. Nach diesem Schema sind die meisten Theater in Kleinasien, Griechenland und Süditalien (Grofsgriechenland) erbaut. Die uns erhaltenen Reste zeigen noch hier und da im Scenengebäude den Einflufs römischer Umbauten aus der Kaiserzeit. Die Abmessungen der Theater in Myra, Laodikeia, Aizani, Aspendos, Syrakus und Taormina waren bedeutende. Der Durchmesser betrug 100 bis 120 m, in Milet 140 m, in Megalopolis in Arkadien sogar 200 m. Dabei konnten die Zuschauer sehr wohl nicht nur den Gesang und Tanz des Chores in der Orchestra, sondern auch den Schauspieler in der Mitte des Prosceniums wahrnehmen, da die Scene sehr breit aber flach war. Das eigentliche Wesen, der Schwerpunkt des altgriechischen Trauerspiels lag im Chor, welcher das religiöse Gefühl, das Gewissen des Volkes darstellte. Um die Bedeutung des Chores hervorzuheben, traten die einzelnen Schauspieler, der Protagonist, Deuteragonist, Tritagonist, in Gegensatz zu ihm. Wenn der Heros im Kampfe mit dem Geschicke untergeht, so bekräftigt sein Fall nur die ewigen Wahrheiten, die der Chor über die Schwäche und Vergänglichkeit irdischer Leidenschaften äufsert. Die Schauspieler waren ursprünglich nur des Chores wegen da. Dieses Uebergewicht, diesen feierlichen Nimbus büfste der Chor mit der Zeit ein, und wenn er auch bei den Griechen noch immer die Orchestra behauptete, so wurde er bei den Römern, die im Schauspiel keine Erhebung, sondern vorwiegend Belustigung suchten, aus der Orchestra auf die Bühne verdrängt. Die Orchestra und die untersten drei bis vier Sitzreihen wurden zu einem Parket für den vornehmsten Theil des Publicums, die höchsten Beamten, Senatoren und Ritter, eingerichtet, die Höhenlage der Scene, um den Anblick zu behalten, auf etwa 1,25 m ermäfsigt und der Bühne eine gröfsere Tiefe, bis auf etwa 13 m (Orange), zur Unterbringung des Chores gegeben. Das Theater des Pompejus in Rom hatte (nach Canina) 150 m Durchmesser und eine Scene von 100 m Breite und 10 m Tiefe, das Theater des Marcellus (nach Bald. Peruzzi) sogar 200 m Durchmesser. Jenes fafste 15000, dieses 25000 Zuschauer.

Eine besondere Gattung von Gebäuden bildeten die **Odeen**. Das erste Odeum erbaute Perikles um 450 v. Chr. den Athenern und bedeckte es mit einem Gerüst aus den Masten und Stangen, welche in den Perserkriegen von der feindlichen Flotte erbeutet waren. Das Odeum des Herodes Atticus oder der Regilla in Athen, im zweiten Jahrhundert n. Chr. erbaut, hatte 82 m Durchmesser, eine Scene von 35 m zu 8 m, und fafste etwa 5000 Zuschauer. Die Odeen, welche zu musikalischen und dichterischen Wettkämpfen dienten, unterschieden sich von den Theatern, in deren Nachbarschaft sie gewöhnlich lagen, dadurch, dafs sie wesentlich kleiner als diese und bedeckt waren. Neben dem Theater in Pompeji, welches 63 m Durchmesser hatte und etwa 4000 Menschen fafste, lag das Odeon von 37 m Durchmesser. Für etwa 1200 Zuschauer ausreichend, war es laut Inschrift mit einem Dache versehen. Die Dächer der Odeen wird man sich indessen wohl nur, wie bei dem des Perikles, welches „dem Zeltdach des Xerxes" nachgebildet war, als eine Decke aus Leinwand über einer entsprechenden Zahl senkrechter Masten im Zuschauerraume zu denken haben.

Im **Mittelalter** beherrschte die Kirche unumschränkt die Geister. Die Schaulust der Menge wurde durch kirchliche Feste, Processionen, endlich aber auch durch Aufführungen, deren Stoffe dem alten und neuen Testament entnommen wurden, ausreichend befriedigt. Derartige „**Mysterien**" oder „**Mirakel**" haben sich in einzelnen entlegenen Städten Italiens bis auf den heutigen Tag, ähnlich den **Passionsspielen von Ober-Ammergau**, erhalten, denen die speculative Dorfbevölkerung mit Hülfe der Münchener Künstlerschaft und der Presse neues Leben einzuhauchen verstanden hat.

Mit der **Renaissance** feierte auch das antike Drama, und zwar zuerst in Italien, seine Auferstehung. Ariost, Bibiena, Macchiavell und Tasso schrieben ihre „Comödien", die vorzugsweise bei festlichen Gelegenheiten in den Sälen der fürstlichen Machthaber auf eigens dafür hergerichteten Scenen dargestellt wurden. Vasari berichtet uns von der Pracht dieser Bühnenbilder, zu denen Baldassare Peruzzi, Ant. Sangallo, Serlio u. a. die Zeichnungen und Anordnungen entworfen hatten. Während diese bereits einen Wechsel der Decoration vermuthen lassen, deren Schlufsprospecte z. B. bestimmte, dem Stücke entsprechende Städtebilder zeigten, kehrt **Palladio** mit seinem heute noch vorhandenen **teatro olimpico** in Vicenza (1580) zur antiken, breiten aber flachen Bühne zurück, deren reiche aber **unveränderliche Architektur** durch die offenen Thüren in die Strafsen blicken läfst, welche perspectivisch verjüngt aus wirklichen Wänden hergestellt sind (Abb. 9). Vor dieser höchst merkwürdigen Scene, deren barocke Architektur dem Palladio kaum beizumessen ist, erhebt sich das Halbrund des Zuschauerraumes mit seinen amphitheatralisch ansteigenden Sitzreihen, oben durch eine Säulenstellung abgeschlossen. Eine gelehrte Gesellschaft, die Akademiker, führten auf dieser Bühne von Zeit zu Zeit klassische oder denselben nachgebildete Schauspiele auf. Aufserdem baute Palladio in Venedig für die Zeit des Carnevals noch mehrere Gelegenheitstheater in Holzconstruction, welche eine grofse Menschenmenge fassen konnten. Einen Begriff von einem solchen Bau giebt das noch erhaltene **teatro Farnese in Parma**, von Giambattista **Aleotti** aus Ferrara, 1618 begonnen und 1628 bei der Hochzeitsfeierlichkeit des Odoardo Farnese mit Margaretha von Oesterreich eröffnet. Ebenfalls ein Holzbau, hat es einen Zuschauerraum von über 150 Fufs Tiefe bei 97 Fufs Breite, eine für den Decorationswechsel eingerichtete Bühne und soll 7000 Menschen fassen. Es steht heute leer und unbenutzt (Abb. 10).

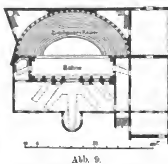


Abb. 9.
Palladios Teatro Olympic, Vicenza.

Während an den Höfen die Festspiele und Schäfergedichte, in den gelehrten Gesellschaften die commedia erudita, das klassische Schauspiel, herrschten, ergötzte sich das Volk an den

Späfsen des Arlequino und Pantalone, die in Bretterbuden auf Jahrmärkten, in den Hallen und Durchfahrten der Rathhäuser, oder in den Säulengängen der Höfe, einem kurz den Inhalt angebenden „scenario" folgend, sich der Lust des Improvisirens mit obligaten Seitenhieben auf die Tagesereignisse hingaben. Die komische Kraft dieser Possen, der meist schlagende Witz stellte, nach den vorhandenen Ueberlieferungen zu urtheilen, das vornehmere und gelehrtere Schauspiel um so tiefer in den Schatten, als den Darstellern der grofse, unersetzliche Reiz der unmittelbaren Eingebung beiwohnte.

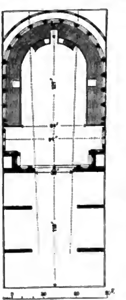


Abb. 10.
Teatro Farnese, Parma.

In England beginnt die grofse Zeit des Schauspiels mit Shakespeare, der seine unsterblichen Dichtungen ungefähr in der Zeit von 1590 bis 1616 verfafste. Dann endlich übernimmt Frankreich die Führerschaft auf diesem Gebiete und behauptet dieselbe bis Ende des vorigen Jahrhunderts. Molière gestaltet das neuere Lustspiel, in dessen wohlberechneter, spannender Entwicklung und geistreichem Dialoge die Franzosen noch heute Meister sind. Nirgends hat man die Schauspielkunst mit einer solchen nachhaltigen Begeisterung gepflegt, nirgends die Darsteller so hoch bezahlt, geehrt und auch verwöhnt, wie in Frankreich. In Deutschland drängte nach den Fastnachtsspielen des Hans Sachs und nach den Aufführungen von Shakespeare-Uebersetzungen durch Wandertruppen die Oper, für welche die schlesischen Dichter Texte schrieben, das Drama in den Hintergrund, bis um die Mitte des vorigen Jahrhunderts mit Lessings Schauspielen auch für unser Vaterland die Zeit anbricht, in welcher es ebenbürtig den anderen Völkern zur Seite tritt.

Die Theater des 17. und 18. Jahrhunderts waren meist Hoftheater, deren Grundrifs dem des oben bereits erwähnten teatro Farnese in Parma mit der Abänderung folgte, dafs die Seitenwände des Zuschauerraumes nicht wie in Parma gleichlaufend blieben, sondern aus praktischen Gründen nach der Scene zu sich einander nähernd gestaltet wurden. Die so entstandene Hufeisenform ist die noch jetzt überall und immer mafsgebende Grundform der neueren Theater. Gegenüber der Bühne, die aus Rücksichten auf Beleuchtung und Construction, wie früher erwähnt, nur schmal sein konnte und daher zur Entfaltung gröfserer Balletgruppen sehr tief sein mufste, befand sich im ersten Range die fürstliche Loge inmitten des Hofstaats und der Aristokratie. Das Parket nahmen die Staatsmänner und Generäle ein, wie einst Senatoren und Ritter die Orchestra der Kaisertheater in Rom gefüllt haben. Für die übrigen Plätze des Hauses, auf denen Unterbeamte, Hofgesinde und ein kleiner Theil des bürgerlichen Publicums zugelassen wurde, war besondere Rücksicht ebensowenig nöthig, wie bei den obersten Sitzreihen für die Freigelassenen und Sklaven in den antiken Amphitheatern: der Herrscher und die einflufsreichen Persönlichkeiten konnten mit aller Bequemlichkeit sehen und hören, was auf der Bühne, selbst im Hintergrunde, vor sich ging, damit war die Aufgabe gelöst, die dem Architekten gestellt worden war. Das herkömmliche „Theaterrund", welches die ganze Wucht der behaglichen Gewohnheit für sich hat, bot ihm zugleich die bequemste und dankbarste Form für die künstlerische Ausbildung. Dafs bei der Hufeisenform die ganzen Seiten der oberen Ränge mit Ausnahme der ersten Reihe nicht viel von der Bühne sehen können, hebt Langhans als unvermeidlich hervor. Diesen Mangel hat man in Italien weniger empfunden, als bei uns. Jenseit der Alpen dient das Theater vorzugsweise als gesellschaftliches Stelldichein, wohin man geht, um sich zu sehen und zu plaudern, wo sich nur von Zeit zu Zeit die Aufmerksamkeit ungetheilt auf die Bühne richtet, um die „prima ballerina" tanzen zu sehen oder die „diva" singen zu hören. Aus dieser Gleichgültigkeit erklärt sich dort auch die ungünstige Anordnung des wagerechten Fufsbodens in den abgeschlossenen kleinen Logen der vielen Ränge übereinander (Abb. 11).

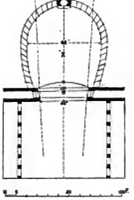


Abb. 11. Scala in Mailand.

In neuerer Zeit hat man in Florenz, Rom u. s. O. grofse kreisrunde Theater mit kleiner flacher Bühne gebaut und begonnen, die geschlossenen Logen in offene Balcons aufzulösen. Man hat damit erreicht, eine gröfsere Zuschauerzahl zu fassen, wobei jedoch die seitlichen Theile der Ränge immer nur einen ziemlich mangelhaften Einblick in die Scene behalten. Ganz ähnlich sind die Verhältnisse der grofsen Rotunde des Trocadero von Davioud und Bourdais in Paris und des für den Platz der Republik von letzterem entworfenen gewaltigen Volkstheaters. Die Rotunde, deren Akustik noch ausführlich behandelt werden wird, ist von vornherein als Concertsaal gebaut, und das Volkstheater würde durchaus nichts wesentlich davon Verschiedenes werden (Abb. 12).

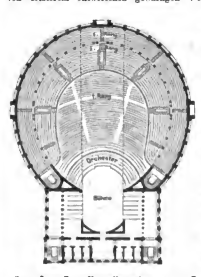


Abb. 12.
Entwurf zu einem Volksopernhaus für Paris.

Der erste entschiedene Schritt in einer anderen Richtung wurde endlich 1874 durch den Bau des in Bayreuth, für die Aufführung der Festspiele Wagners, nach dessen Angaben errichteten Theaters von Otto

Brückwald gethan. Es ist ein Gelegenheitsbau, welcher einen Zuschauerraum in Form eines Ringausschnittes mit stark ansteigenden Sitzreihen des Parkets und hinter demselben eine Logenhalle, im ganzen für etwa 1500 Personen zeigt (Abb. 13).

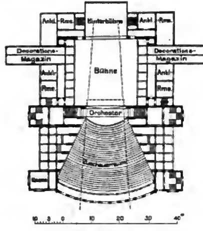


Abb. 13. Festspielhaus in Bayreuth.

Auf diese Form mufs jeder hingeführt werden, welcher sich mit der folgerichtigen Entwicklung derjenigen Verhältnisse beschäftigt hat, die für das günstige Sehen am meisten empfehlenswerth sind. Langhans sowohl wie C. Daly (letzterer bei Herausgabe des Chatelet-Theaterplanes) haben darauf bereits hingewiesen. Die Consequenzen des Gedankens sind jedoch in Bayreuth weder für die Bühne noch für die Anlage von Rängen gezogen worden. Bei der Bühne machte sich wahrscheinlich der Einflufs Wagners geltend, der sie möglichst mächtig in Breite und Tiefe gestaltet wissen wollte, und für die Gemeinde der Schüler, Freunde und Anhänger des Meisters war die Zahl der Sitze ausreichend, ohne dafs man zur Anlage von Rängen zu schreiten nöthig hatte. Auch hier hat indessen infolge der tiefen Bühne nur die der Oeffnung derselben gegenüberliegende Zone des Parkets von etwa 14 m Breite vollen Einblick bis in den Hintergrund; die beiden Dreiecke des Zuschauerraumes, welche links und rechts von dieser Zone liegen und fast die Hälfte der Zuschauer aufzunehmen haben, entbehren desselben mehr oder minder empfindlich.

Das Zuschauerhaus.

In den Abb. 4. 5 u. 6 (auf Seite 329/330) ist nun in engstem Anschlusse an die Bühne mit breiter Oeffnung und mäfsiger Tiefe der Versuch gemacht, den Zuschauerraum so zu gestalten, dafs

1. er die gröfstmögliche Zahl von Personen zu fassen im Stande ist,
2. diese Personen bequem sitzen, gut sehen und gut hören können.

Die bedeutendsten Theater in Deutschland, Frankreich, Italien und Nordamerica vermögen nicht mehr als 2500 bis 3000 Zuschauer unterzubringen. Eine grofse Zahl derselben mufs sich dabei im Parterre (platea) mit Stehplätzen begnügen, und ein sehr erheblicher Theil der Sitzplätze in den Seitentheilen der Ränge fällt als mehr oder minder unbrauchbar eigentlich fort. Man kann von ihnen, der mangelnden Ueberhöhung wegen, nur einen beschränkten Theil der Bühne, in Italien gewöhnlich gar nichts von derselben erblicken. Dafs man bei Errichtung von Theatern in den Hauptstädten aller Länder stets bemüht gewesen ist, soviel Sitze wie nur möglich zu gewinnen, ist sehr erklärlich. Die allgemeinen Unkosten, die Kosten für Verwaltung, Personal, Orchester, Beleuchtung, betragen bei einem Theater für 3000 Personen nicht wesentlich mehr, als bei einem solchen für 1500 Personen. Man kann also bei der doppelten Anzahl von Sitzen entweder doppelt so gute Kräfte gewinnen oder dieselben Leistungen den Zuschauern für den halben Preis vorführen. Das Verständigste ist natürlich die Vermittlung: geringere Preise bei vorzüglicheren Leistungen. Der grofse hierin liegende Vortheil ist so handgreiflich, dafs die geringe Zahl von Versuchen, die Gröfse der Schauspielhäuser auszudehnen, eigentlich befremden mufs. Man hat sich eben aus dem Banne der Ueberlieferung nicht losmachen können, obwohl an den Dogmen:

1. der Gröfse der Bühnenöffnung,
2. der Grundform des Zuschauerraumes,
3. der akustisch-zulässigen Entfernung der obersten und letzten Reihe der Sitze von der Bühne,

von den berufensten Baumeistern: Langhans, Brückwald, den Franzosen Daly, Davioud, Bourdais u. a., bereits mit Erfolg gerüttelt worden ist.

Die Einrichtung der Bühne, wie sie für den vorliegenden Zweck am vortheilhaftesten zu gestalten ist, wurde oben eingehend erläutert, und die Breite der Bühnenöffnung auf 19 m angenommen. Die Grundform des Zuschauerraumes ist nun nicht mehr die hergebrachte Hufeisenform, sondern ein Ringausschnitt, dessen Radien die Fortsetzung der Seitenlinien der Scene bilden. Es ist nur ein Parket und über demselben in der Tiefe noch zurückspringend ein einziger grofser Rang angeordnet, welche durchaus gleichmäfsig abgetheilte und ausgestattete Sitzreihen enthalten. Zur Belebung der Proscenien und der Seitenwände sind Logen eingerichtet, für welche bei einem bestimmten Theile des Publicums immer ein Bedürfnifs vorhanden ist, dessen Befriedigung gern mit höheren Preisen bezahlt wird. Nach Abzug der Gänge enthalten:

das 1. Parket (25 Reihen)	1053	Sitze,
das 2. Parket (16 Reihen)	1056	„
die Prosceniumslogen	80	„
der Rang (27 Reihen)	1749	„
die Prosceniumslogen	240	„
die Seitenlogen	72	„
zusammen	4250	Sitze.

Die Sitzreihen sind im ganzen Hause 0,75 m von einander entfernt. Die Breite der Klappsitze beträgt durchschnittlich 0,50 m; sie mufs etwas veränderlich sein, um die für das gute Sehen nothwendige Verschiebung der Sitze herbeiführen zu können. Armlehnen sind nicht zu empfehlen, da dieselben, wenn sie der Bequemlichkeit nützen sollen, erheblichen Platz fortnehmen und den wünschenswerthen Ausgleich zwischen starken und schmächtigen Personen unmöglich machen. Die Prosceniums- und Seitenlogen sind mit Lehnsesseln und Stühlen ausgestattet gedacht. Die Ueberhöhung der Sitzreihen mufs nach bestimmten Bedingungen mit der Entfernung zunehmen. Das Ansteigen nach gerader Linie, wie man es in sehr vielen Theatern findet, benachtheiligt die entfernteren Reihen in wachsendem Mafse.

Ueber die Anordnung der Zuschauerreihen hintereinander und das stufenmäfsige Steigen derselben hat der Architekt Lachez ein sehr verdienstliches Werk: „acoustique et optique des salles de réunions“, Paris 1879, geschrieben.

Lachez beklagt ebenfalls (S. 79) die unzweckmäfsige Einrichtung der Theater, in denen zwei Drittheile der Zuschauer gewöhnlich nur einen kleinen Theil der Scene übersehen können. Er verlangt dann S. 174, dafs für Hörsäle die Linie, welche von dem Kopfe des Professors auf dem Katheder nach den Köpfen der Zuhörer gezogen gedacht werden kann, bei jeder folgenden Sitzreihe eine Stufe von 0,15 m Höhe bilde, damit jeder den Vortragenden ungehindert zu sehen und zu hören imstande sei. Dieses Mafs ist reichlich bemessen, da eigentlich nur die Höhe vom Scheitel bis zu den Augen nöthig wäre und diese 0,10 m beträgt. Für Hörsäle, wie sie Lachez im Auge hat, d. h. für solche, in denen Darlegungen an der Tafel erfolgen, ist die Abmessung von 0,15 m gewifs empfehlenswerth. Für Theater wird man die Ueberhöhung der Sitze derart einzurichten haben, dafs man von der Augenhöhe des Sitzes in der dritten Reihe über den Scheitel des Zuschauers in der ersten Reihe hinweg das Bühnenpodium in der Vorhangslinie erblicken, also den dort stehenden Schauspieler von Kopf bis zu Fufs sehen kann. In der Achse des Zuschauerraumes sind hierbei die Sitze genau um die Hälfte der Sitzbreite zu verschieben, während sie an den Endpunkten der beiden Seiten sich wieder decken können, da der Blick von hier, immer mehr nach der Mitte der Bühne gerichtet, zwischen den Vordersitzen hindurchgeht. Mit dieser Bedingung für das hinreichende Sehen ist zugleich diejenige für das befriedigende Hören erfüllt, da der Tonausgangspunkt, der Kopf des Darstellers, sich noch 1,20 bis 1,50 m über seinem Fufspunkte befindet. Von der Brüstung zwischen Parket und Orchester ist die Vorhangslinie 6,5 m entfernt. Die Vorderkante des Podiums liegt auf $\pm$ 0. Bis zur Vorhangslinie ist das Podium 0,24 m angestiegen. Der Fufsboden der ersten Reihe des Parkets liegt auf $-$ 1,0 m, die Augenhöhe derselben 1,20 m höher, auf $+$0,20 m, sodafs man also von dort das mit 6 pCt. bezw. 8 pCt. ansteigende Bühnenpodium vollständig, wenn auch verkürzt, übersehen kann. Von der ersten bis zur dreizehnten Reihe seien zwölf Steigungen von 0,11 m = 1,32 m. Augenhöhe Nr. 13 liegt also 0,20 + 1,32 = 1,52 m. Von Augenhöhe Nr. 13 bis Augenhöhe Nr. 11 ist ein Gefälle von $2 \cdot 0{,}11 = 0{,}22$ m; hiervon ist aber abzuziehen der Unterschied zwischen Scheitelpunkt und Augenhöhe: 0,10 m. Es bleibt also eine Steigung der ungehinderten Sehlinie von 0,22 — 0,10 = 0,12 m. Die Entfernung der dreizehnten Reihe von der Vorhangslinie ist bei 0,75 m Sitztiefe: $13 \cdot 0{,}75 + 6{,}5 = 16{,}2$ m. Auf diese Entfernung fällt die Sehlinie $\frac{16{,}2 \cdot 0{,}12}{2 \cdot 0{,}75} = 1{,}30$ m, schneidet also das Podium auf 1,52 — 1,30 oder demnach auf + 0,22 m, d. h. 0,02 m tiefer, als der Fufspunkt des Darstellers, welcher also völlig für den Augenpunkt Nr. 13 sichtbar bleibt. Ebenso giebt man von Nr. 13 bis Nr. 22: 9 Steigungen zu 0,13 m, von Nr. 22 bis Nr. 31: 9 Steigungen zu 0,145 m, von Nr. 31 bis Nr. 37: 6 Steigungen zu 0,155 m, von Nr. 37 bis Nr. 41: 4 Steigungen zu 0,16 m. Dementsprechend liegt Augenpunkt Nr. 22 auf + 2,69 m, Nr. 31 auf + 4,00, Nr. 37 auf + 4,93, Nr. 41 endlich auf + 5,57 m. Dabei schneiden die betreffenden Sehlinien auf + 0,24, + 0,23, + 0,14 und + 0,11 m in der Vorhangslinie ein. Die erste Reihe im Range hat ihren Augenpunkt auf + 8,90 m. Dann folgen neun Steigungen zu 0,34 m, neun zu 0,35 m, sieben zu 0,36 m und eine Steigung zu 0,37 m. Der Augenpunkt Nr. 10 liegt auf 11,96 m, Nr. 19 auf 15,11 m, der von Nr 27 auf 18,00 m. Bei der gröfseren und wachsenden Entfernung und der stärkeren Steilheit des Ranges sind die Ueberhöhungen hier verhältnifsmäfsig bedeutender genommen. Die Sehlinie von Nr. 10 schneidet 0,27 m, die von Nr. 19: 0,33 m, die von Nr. 27: 0,43 m unter der Vorhangslinie das Podium, von dem also noch ein gröfserer Theil vor dieser Linie sichtbar bleibt. Diese Berechnung ist unerläfslich, damit für jeden Platz der volle Anblick des Darstellers bis zum Podium, auf dem er steht, möglich ist. Es wird aber genügen, sich hierüber bezüglich einer Anzahl von Punkten Rechenschaft zu geben. Dies müssen natürlich immer die Schlufspunkte der Steigungsgruppen sein, für welche die Verhältnisse am ungünstigsten liegen. Sind die Bedingungen hier erfüllt, so findet dies auch auf den vorliegenden Sitzreihen in noch günstigerer Weise statt.

Ebensowenig wie die Mafse der Ueberhöhungen ungenügend sein dürfen, ebensowenig ist andererseits eine Uebertreibung derselben statthaft, welche ein unnöthiges Wachsen der Höhe der Decke über dem Zuschauerraume und damit unnütze Kosten sowie akustische Nachtheile herbeiführen würde. Das Steigungsverhältnifs der Sitzreihen sollte niemals über das Verhältnifs $1 : 1^{1}/_{2}$ hinausgehen, da sonst die Treppen, welche den Verkehr vermitteln, zu steil werden. Und gerade auf den obersten Rängen fast aller Theater, deren Zuschauer an sich am meisten gefährdet sind, findet man nur zu häufig Anlagen, welche ein Straucheln und Stürzen der in Eile das Haus verlassenden Zuschauer sicher vorhersehen lassen. Endlich sind von den Summen der Sitzüberhöhungen die Geschofshöhen abhängig, da der Fufsboden der obersten Sitzreihen am besten möglichst mit dem Fufsboden der betreffenden Corridore gleich hoch liegt. Alle diese Rücksichten sind zu erwägen und mit einander auszugleichen.

Zur raschen Entleerung ist das Parket vorn durch vier Mittelgänge (von 0,80 bis 1,20 m Breite) und zwei schmälere Seitengänge, hinten durch fünf Mittelgänge getheilt. Die vier Mittelgänge des vorderen Theils führen zu zweiflügeligen Thüren, die mittels einer Treppenanlage ähnlich den antiken Vomitorien zu erreichen sind, die Seitengänge zu einflügeligen Thüren. Der hintere Theil hat fünf zweiflügelige Thüren, welche unmittelbar auf den Corridor ausmünden. Ganz ebenso hat der untere Theil des Ranges vier Mittel- und zwei Seitengänge, der mittlere Theil fünf Mittelgänge, der obere Theil wieder vier Mittel- und zwei Seitengänge, sodafs die Zuschauer hier dreizehn zweiflügelige und vier einflügelige Thüren als Ausgänge benutzen. Die einflügeligen Thüren sind 0,80 m, die zweiflügeligen 1,30 m im lichten weit. Alle Thürzargen sind so gesetzt, dafs die Flügel den Verkehr auf den Corridoren nicht hemmen können. Der feststehende Flügel der zweiflügeligen Thüren hat einen Basculeverschlufs, der durch Herabziehen eines 1,50 m hoch angebrachten Knopfes sich öffnet. Auf der Drehachse befindet sich aufsen ein zweiter Knopf, mittels dessen der Schliefser nach dem Actschlufs und nach Beendigung der Vorstellung die Thür in ihrer vollen Breite dem Publicum öffnet.

Die Kleiderablagen sind in fast allen Theatern die am meisten bedenklichen Einrichtungen. Das Gedränge an denselben nach Schlufs der Vorstellung ist, da sie fast überall ganz unzureichend sind, geradezu widerwärtig, und man fragt sich mit Bangen, welche Scenen bei einem Feuerlärm entstehen würden. Die Nummern und Stände der Kleiderablagen werden

am besten den Platznummern und den Ausgängen dieser Plätze zu entsprechen haben mit der Mafsgabe, dafs die den Ausgängen nächsten Sitze auf die entfernteren Stände angewiesen werden.

Die Nummerbezeichnung aller Plätze des Hauses müfste derart stattfinden, dafs durchweg die ungeraden Nummern die linke, die geraden Nummern die rechte Seite sowohl im Parket wie in den Rängen einnehmen. Nur so ist Abhülfe zu schaffen gegen die unglaublichen und trotzdem jeden Abend stattfindenden Verwechslungen von rechts und links und die daraus folgenden unangenehmen und störenden Ansprüche auf fälschlich eingenommene Plätze. Die Kleider dürfen nicht nach Belieben, sondern sie müssen einzig und allein dort abgegeben werden, wo für den Platz die gleichlautende, entsprechende Nummer mit deutlichen Ziffern auf einem Schilde über dem Kleiderstande angegeben ist. Damit ferner die Ausgabe der Sachen an allen Ständen gleichmäfsig sich entwickeln kann, ist es nöthig, die Nummerbezeichnung der Sitze von dem Orchester ab rückwärts so zu ordnen, dafs z. B. der linke Eckplatz der ersten Bank im Parket die Nr. 1 erhält, der dahinter liegende Eckplatz der zweiten Bank Nr. 3 und so fort bis zur letzten Bank, deren linker Eckplatz Nr. 83 ist. Der daneben liegende ist Nr. 85, von welchem die Nummerbezeichnung nun wieder nach vorn vorschreitet. Ein Plan der Sitzreihen und Sitznummern ermöglicht der Billetausgabe den Wünschen des Publicums Rechnung zu tragen. Endlich mufs jedes Billet eine Bezeichnung derjenigen Treppe erhalten, auf welche der betreffende Zuschauer beim Verlassen des Hauses angewiesen ist. Wird die so vorgeschriebene Ordnung für Kleiderablagen und Treppen eine kurze Zeit energisch durchgeführt, so kann auch im Augenblicke der Gefahr die Entleerung des Hauses regelmäfsig und ruhig vor sich gehen, da jeder Zuschauer das Gefühl der Sicherheit haben wird.

Auf den zwei Corridoren des Parkets sind 40, auf den drei Corridoren des Ranges 60 Kleiderstände einzurichten. Die Zahl der Zuschauer beträgt 4250, sodafs jeder Stand 40 oder 50 Zuschauer abzufertigen hat. Da man gewöhnlich in Gesellschaft ins Theater geht, werden an jedem Stande auch nur 30 bis 36 Nummern abgegeben. Das Kleidergestell besteht aus einem 2,5 m langen Mittelstück und zwei daran schräg nach vorn anschliefsenden Seitentheilen von 1,5 m Länge. Daran können 18 Aufhängevorrichtungen oben und ebensoviel 0,30 m tiefer, dazwischen, mit 0,30 m Entfernung von einander angebracht werden. Darüber zwei Bretter zu Hüten. Vor dem Gestell ein Tisch mit 0,40 m breiter Platte, sodafs der ganze Stand 1,50 m Tiefe in Anspruch nimmt. Eine geschickte Kleiderwärterin giebt am raschesten immer zwei Nummern auf einmal aus und braucht dazu 5, höchstens 6 Secunden.

Die Breite der Treppenläufe für die Ränge hat man zu 1,50 m vorgeschlagen. Dieses Mafs ist zu breit, da es alsdann noch drei Personen möglich sein würde neben einander zu gehen, und die mittlere derselben also ohne Handgriff wäre. Die lichte Breite ist demnach auf 1,25 m bis 1,30 m zu beschränken, was für zwei Menschen, die dann rechts und links einen festen Halt am Geländer finden, auch völlig ausreicht. Ein Wechsel in Stufenzahl und Steigung der einzelnen Läufe ist zu vermeiden. Der Fufs gewöhnt sich sehr rasch an die völlig gleiche Zahl und Höhe und gewinnt dadurch erheblich an Sicherheit. Daraus folgt die Gleichmäfsigkeit der Geschofstheilung, deren Höhenlage mit der der letzten Sitzreihen des Zuschauerraumes in Einklang zu bringen ist. Zur Beseitigung todter Winkel müssen die Podeste halbachteckig oder rund im Grundrifs gestaltet werden. Die Eingangs- und Ausgangsthüren der Treppenhäuser (mit Ausnahme der Strafsenthüren) dürfen ebenfalls nicht mehr als zwei Personen auf einmal den Durchgang gestatten. Endlich müssen die unverbrennlichen Treppen mit hölzernen (eichenen) Trittstufen versehen sein. Nichts ist für den Fufs angenehmer und sicherer als das elastische Holz. Derartiger 2,60 m breiter Treppen sind in grofsen, gemeinsamen Treppenhäusern für den Rang zu jeder Seite der Vorhalle fünf und an den Proscenien je vier, zusammen also $(5+4)\cdot 2 = 18$ vorhanden, auf welchen $18 \cdot 2 = 36$ Personen in der Secunde abgeführt werden können. Der zweite Theil des Parkets hat die 8 m breite Vorhallentreppe, welche zwölf Personen, der erste Theil die beiden vorderen Seitentreppen, die ebenfalls $2 \cdot 6 = 12$ Personen fördern, zur Verfügung. Aufserdem benutzen die Proscenien und die Seitenplätze des ersten Parkets die beiden in der Mittelachse der Proscenien liegenden Treppen mit Raum für je zwei Personen. Durch Oeffnung der Seitenwände mittels steigender Bögen werden die Treppen immer zu einem gemeinsamen grofsen Treppenhause vereint, welches übersichtlicher wird, und künstlerisch bedeutender wirkt. Die Treppen bleiben auf dem Corridor, dessen Entleerung sie dienen, liegen; die Räume darüber werden zu kleineren Foyers, Kleiderablagen usw. benutzt.

Der Entleerungsvorgang eines so grofsen Hauses kann für alle Theile desselben nur dann gleichmäfsig und geordnet vor sich gehen, wenn

1. eine genügende Zahl Gänge und Thüren ein rasches Verlassen des Zuschauerraumes gestatten,
2. mindestens ebenso rasch die Abfertigung an den Kleiderablagen vor sich geht,
3. die Treppen eine noch gröfsere Zahl von Zuschauern fassen können.

Jedes andere Verfahren würde verhängnissvoll werden, da dann Anhäufungen an den Kleiderablagen oder, noch schlimmer, auf den Treppen nicht zu vermeiden wären. Im Zuschauerraume, unter den Blicken des grofsen Publicums, sucht jeder aus Anstandsgefühl die Fassung noch einigermafsen zu wahren. Alle Rücksichten beginnen aber häufig zu schwinden, sobald — wie auf den Treppenläufen — nur wenige Personen unter sich sind. (Daher die Durchbrechung der Scheidewände in den Treppenhäusern.) Das Parket entleert sich durch $5+4 = 9$ zweiflügelige und zwei einflügelige Thüren, welche in der Secunde zusammen 20 Personen austreten lassen. Der Raum enthält 2100 Personen, deren Beförderung $\frac{2100}{20} = 105$ Sec. erfordert. Die ersten Personen des zweiten Parkets brauchen bis zur Garderobe 6 Secunden, zum Empfang der Sachen 3 Sec., zum Anlegen 10 Sec., für die drei Treppenläufe $3 \cdot 13 = 39$ Sec., für Durchschreiten der Corridore, Podeste, Thüren, der Vorhalle 22 Sec., im ganzen 80 Secunden. Die letzten Personen, welche 105 Secunden später das Parket verlassen, sind demnach nach $80 + 105 = 185$ Sec. = 3 Minuten auf der Strafse. Die letzten Personen des ersten Parkets, deren Weg um zwei Treppenläufe kürzer ist, befinden sich noch früher (in etwa $2^1/_2$ Minuten) im Freien. Von den 40 Kleiderablagen erledigt jede zwei Nummern in 5—6 Secunden oder im ganzen, da von drei Zuschauern durchschnittlich nur zwei Nummern abgegeben werden,

$\frac{40 \cdot 2}{5 \text{ bis } 6} \cdot \frac{3}{2} = 20$ bis 24 Personen in der Secunde, während nur 20 wirklich aus dem Parket kommen. Die Treppen führen, wie oben erörtert, $12 + 12 + 4 = 28$ Personen ab, können also nie überfüllt sein.

Wegen seiner höheren, gefährdeteren Lage mufs der Rang noch besser ausgestattet werden. Zu diesem Zwecke ist er in drei Theile getheilt, denen die drei Corridore nebst Proscenien entsprechen.

Der oberste Theil umfafst sechs Reihen und mit Seiten- und Prosceniums-Logen 600 Personen, der mittlere neun Reihen mit 700, der unterste zwölf Reihen mit rund 800 Plätzen. Der oberste Theil hat fünf zweiflügelige Thüren, jede zu zwei Personen = 10 Personen in der Secunde. Dieselben werden an 20 Kleiderablagen, welche $\frac{20 \cdot 2 \cdot 3}{5 \text{ bis } 6 \cdot 2} = 10$ bis 12 Personen abfertigen, in spätestens drei Secunden befördert, und finden zwei Vordertreppen und vier Prosceniumstreppen, welche in der Secunde zusammen zwölf Zuschauer aufnehmen können. Die obersten sechs Reihen (ohne Seiten- und Prosceniums-Logen) mit 450 Personen entleeren sich in $\frac{450}{10} = 45$ Secunden. Die letzten Zuschauer brauchen, wie beim Parket, $6 + 3 + 10$ Sec. zur Kleiderablage, $9 \cdot 13 = 117$ Sec. für die neun Treppenläufe, 12 Sec. für die Podeste, befinden sich also nach

$$45 + 6 + 3 + 10 + 117 + 12 = 193 \text{ Sec.} = 3^1/_4 \text{ Minuten}$$

im Freien. Die mittleren neun Reihen entleeren sich in 60, die vordersten zwölf Reihen in 70 Secunden, gewinnen aber immer zwei Treppenläufe = 26 Secunden, sodafs die Zuschauer von dort mindestens gleichzeitig mit dem obersten Theile des Ranges nach $3^1/_4$ Minuten die Strafse erreichen.

Grundsätzlich führen sämtliche Treppen vom zugehörigen Corridor bis zur Strafse ohne weitere Verbindung unter einander und mit den anderen Corridoren, mit folgenden Ausnahmen:

1. Um allen Theaterbesuchern das Foyer zugänglich zu machen, haben aufser den auf den Corridor des Foyers ausmündenden Vordertreppen auch die anderen Vordertreppen dorthin Thüren, welche gewöhnlich geschlossen bleiben und nur während der grofsen Pause geöffnet sind. Gleiche Verbindungsthüren haben vier Treppen noch auf Höhe der beiden Parketcorridore, die für die Zuschauer des Parkets zur selben Zeit aufgeschlossen werden, um die Verbindung mit dem Range und Foyer herzustellen. Wünscht jemand aufser dieser Zeit dort durchzugehen, so mufs er sich vom Logenschliefser öffnen lassen.

2. Um die Prüfung der Billets an einer bestimmten Stelle der Vorhalle zu ermöglichen, sind aufser den Strafsenthüren der letzteren alle anderen Strafsenthüren vor Beginn der Vorstellung geschlossen. Die Besucher des ersten Parkets gehen rechts und links neben der Vorhallentreppe vorbei nach ihrem Corridor; alle anderen Zuschauer steigen diese Treppe hinauf, und zwar gehen die des zweiten Parkets geradeaus in ihren Corridor, die Besucher des Ranges auf dem oberen Podeste der Vorhallentreppe rechts und links über eine kurze Galerie und durch die Arcade der Vorhalle nach ihren Treppen, welche dort auf den entsprechenden Podesten Seitenthüren für diese Verbindung haben. Auf diese Weise genügen zwei Aufsichtsbeamte, um die Billets durch Abreifsen oder dergl. zu entwerthen und den Inhabern ihre Aufgänge zu zeigen.

Beim Verlassen des Theaters benutzen die Zuschauer des Ranges die Vorhalle nicht weiter, sondern gehen unmittelbar ihre Treppen bis zur Strafse hinab. Zehn Minuten vor Schlufs der Vorstellung benachrichtigt ein Zeichen von der Bühne die Aufsichtsbeamten, welche die Verbindungsthüren zwischen den Rangtreppen schliefsen, die beiden Flügel der Strafsenthüren dagegen aufstellen. Von letzteren hat der aufgehende Flügel nur von innen einen Drücker, der festgestellte Flügel denselben Verschlufs, wie die Thüren des Zuschauerraumes, aber ohne äufseren Basculeknopf, sodafs das Publicum beide Flügel nöthigenfalls sich selbst öffnen kann.

Ganz ähnlich ist die Einrichtung bei den Treppenhäusern der Proscenien, vor denen allein sich Anfahrtsrampen für die Wagen befinden. Vor Beginn der Vorstellung ist nur die Strafsenthür der Mitteltreppe an jeder Seite geöffnet. Auf Höhe des ersten Parketcorridors steht der Aufsichtsbeamte und weist die Zuschauer dann nach den Verbindungsthüren, welche zu ihren Treppen führen. Zehn Minuten vor Schlufs der Vorstellung werden auf das Zeichen von der Bühne, hier ebenso wie vorn, die Verbindungsthüren geschlossen, die Strafsenthüren geöffnet. Bei einem so grofsen Hause und einer solchen Anzahl von Zuschauern ist die nothwendige Billetprüfung, die gesicherte, gleichmäfsige Entleerung des Hauses kaum sehr viel einfacher herzustellen.

Die Zeit von 3 bis $3^1/_4$ Minuten, wie sie oben berechnet ist, gründet sich auf vielfache Beobachtungen, welche Verfasser mit der Uhr in der Hand angestellt hat. Sie reicht zur Räumung des Hauses aus, wenn die Zuschauer es ohne Hast, aber auch ohne jeden unnöthigen Aufenthalt verlassen. Mag nun auch bei einer Panik manches sich nicht so regelmäfsig vollziehen, so würden selbst 5 und 7 Minuten noch keine Zeitdauer sein, welche bei feuersicherer Obermaschinerie und elektrischer Bühnenbeleuchtung zu irgend einer Besorgnifs für das Leben der Zuschauer Anlafs geben könnte.

Erholungssäle, in welchen das Publicum während der Zwischenacte eine Erfrischung nehmen kann, sind heute überall als nothwendig erkannt. Charles Garnier hat versucht, das Raumbedürfnifs des Foyers nach seinen Erfahrungen festzustellen. Er kommt zu dem Schlusse, dafs dasselbe ein Zehntel aller Theaterbesucher aufzunehmen imstande sein müsse. Dieser Anforderung würde das Foyer in unserer Skizze mit 360 qm etwa genügen. Für die Parketbesucher liegt die Vorhalle mit ebenfalls 360 qm sehr bequem. Den Hauptraum bildet aber in jedem der fünf Geschosse der 6 m breite, äufsere Corridor von je 288 qm, an den sich immer zu beiden Seiten die Corridore nach den Proscenien von je 134 qm anschliefsen, sodafs zum Auf- und Abwandeln für das Publicum: $2 \cdot 360 + 5 \cdot (288 + 2 \cdot 134) = 3500$ qm vorhanden sind. Die drei inneren Corridore und die drei niedrigeren Corridore unter den schräg ansteigenden Sitzreihen, welche zur Anlage weiträumiger bequemer Kleiderablagen ausgenutzt sind, werden hierbei gar nicht mit in Betracht gezogen. Jene 3500 qm genügen schon allein, selbst wenn alle Zuschauer — was nie der Fall sein wird — den Zuschauerraum verlassen sollten, um für jeden reichlichen Platz zum Auf- und Niederwandeln darzubieten. So hat jedes Geschofs seinen Erholungsraum für sich, und aufserdem als gemeinsamen Sammelplatz das Foyer, auf dessen bewegte Gruppen hinabzublicken für die oberen Corridore seinen Reiz haben würde, wie umgekehrt das Leben auf den Galerieen das Bild für die Foyer-

besucher nur noch reicher gestalten kann. Das Gefühl dieses gemeinsamen Mittelpunktes hebt den an sich nicht grofsen Unterschied der Plätze so völlig auf, wie dies für ein Volkstheater sich gehört. Jene 3500 qm, zu denen noch die inneren Corridore und Kleiderablagen (rund 1800 qm), sowie die 4 grofsen Treppenhäuser treten, bieten eine solche Fülle von Platz, dafs mit Leichtigkeit die ganze Zuschauerzahl bei ausverkauftem Hause mit einemmale aufgenommen werden könnte, wenn eine derartige Aufstauung bei der durch die vorhandenen Kleiderablage-Einrichtungen und Treppen gesicherten sofortigen Entleerung überhaupt denkbar wäre. Dafs im Foyer 2 Buffets aufzuschlagen sind für kalte Küche, Backwaren und Getränke, bedarf weniger der Erwähnung, als dafs auch für die oberen Geschosse und das zweite Parket in den Seitencorridoren ebenfalls derartige Einrichtungen getroffen werden müssen. Das erste Parket bietet im inneren Corridore reichlichen Raum für die Buffets. Bei der grofsen Zuschauerzahl wird auf diese Weise ebensowohl für die Bequemlichkeit des Publicums gesorgt, wie andererseits einer sonst drohenden Ueberfüllung des Foyers begegnet. Für diejenigen Personen, welche während oder nach dem Theater warm speisen wollen, ist der Tunnel vorhanden und unter der grofsen Vorhallentreppe zugängig. Auch Raucher müssen dort ihre Zuflucht suchen. Da unter den Treppenhäusern zu den Heizungs- und Lüftungsanlagen ausreichender Raum vorhanden ist, können der Anordnung eines grofsen Restaurants unter der ganzen Ausdehnung des Parkets praktische Bedenken kaum entgegen gestellt werden. Die Meinung für einen solchen Tunnel liegt einmal im Zuge unserer materiellen Zeit, und die „Entweihung des Kunsttempels“ würde durch den hohen Pachtschilling, den ein tüchtiger Wirth für den Tunnel und die Buffets im Foyer usw. zahlen kann, hinreichend gesühnt.

Die Kassen liegen rechts und links an den Eingängen der Vorhalle und dienen als Tages- wie Abendkassen. Die Kasse links enthält der ganzen Theilung des Hauses entsprechend die ungraden, die Kasse rechts die graden Nummern der Plätze von Parket und Rang. Für den Abendverkauf bleiben bei gut geleiteten und dann auch gut besuchten Theatern gewöhnlich nur wenige Billets übrig. Sollte sich dies wider Erwarten anders gestalten, so wäre es erwünscht, die Vorhalle zu entlasten. Die „Queue“ könnte durch die Thür der äufsersten Rangtreppe, über den ersten Lauf derselben, alsdann auf den ersten Podesten in Höhe des unteren Parketcorridors quer durch die Treppenhäuser bis zu dem Raume hinter der Kasse an die dort und in der Vorhalle befindlichen Schalter geleitet und so den Unbilden der Witterung entzogen werden. Leichte Gitter schliefsen den Aufgang nach oben ab und werden nach Beginn der Vorstellung wieder als Seitentheilung der einzelnen Rangtreppen benutzt (Abb. 4 auf Seite 329).

Beleuchtung, Heizung und Lüftung.

Die Beleuchtung des Zuschauerhauses erfolgt, wie die der Bühne, in den Vorhallen, Treppenhäusern, Corridoren, Kleiderablagen und Foyers am besten durch elektrische Glühlichter, deren Wirkung in der grofsen Vorhalle und im Foyer durch einzelne Bogenlichter erhöht werden könnte. Glühlichter würden auch im Zuschauerraume den Hintergrund des Parkets und des Ranges erhellen, wohin die Strahlen der grofsen Krone nicht vollständig dringen.

Der grofse Kronleuchter des Zuschauerraumes ist mit Gas zu speisen und sein Glanz durch 8 bis 10 Bogenlichter zu verstärken. Diese Bogenlichter sind in zwei Gruppen zu theilen, deren eine nach dem Zuschauerraume während der Zwischenacte, und deren zweite nach der Bühne während des Spiels in Thätigkeit tritt. Die Lichter der letzteren Gruppe werden gegen den Zuschauerraum abgeblendet, wirken also nur auf die Bühne und sollen die nachtheilige Beleuchtung der Fufsrampe möglichst ausgleichen. Zu diesem Zwecke ist der Kronleuchter, abweichend von der gewöhnlichen Anordnung, an der Decke des Prosceniums befestigt. Es ist dies aufserdem für die Beleuchtung der Tiefen im Parket und Rang sowie für die Akustik auf dem oberen Theile des Ranges günstig, nach welchem die Schallreflexe von der Bühne nach der Decke des Zuschauerraumes und von dort hinab sich ohne Hindernifs entwickeln können. Die Gasbeleuchtung des Kronleuchters soll mit dem Schlot darüber, in welchen durch die Zwischendecke alle Lüftungsrohre hineingezogen sind, zugleich als kräftiger Sauger dienen.

In fast allen Theatern sind jetzt Nothbeleuchtungen angeordnet, deren Flammen durch Oel (Petroleum ist als zu gefährlich erachtet worden) gespeist werden, meist jämmerlich brennen und noch unversehens stinkenden Qualm verbreiten. Dabei ist ihre Unterhaltung durchaus nicht wohlfeil, kurz, sie sind eine sehr unangenehme Last für Publicum wie Verwaltung. Ist nun im übrigen eine elektrische Beleuchtung durchgeführt, so könnte man ohne Bedenken die Nothbeleuchtung, d. h. einzelne Flammen an den Ausgängen, in den Corridoren, Kleiderablagen, Treppenhäusern und Vorhallen wie die grofse Krone mit Gas speisen. Das Gasrohrnetz, welches in derselben Weise für die Nothbeleuchtung des Bühnenhauses nutzbar zu machen sein würde, müfste dann aber noch an zwei oder mehreren Hauptröhren der Strafsenleitung zur gröfseren Sicherheit Anschlufs haben. Die elektrische Hauptbeleuchtung des ganzen Theaters hat den grofsen Vorzug, dafs durch dieselbe die bisherige Feuersgefahr der Bühne ausgeschlossen, und weder lästige Hitze entwickelt noch die Luft verdorben wird.

Erwärmung und Lüftung werden am einfachsten und billigsten durch sogen. Luftheizung mittels grofser Heizkörper, deren Erglühen also ausgeschlossen ist, und entsprechend ausgedehnter Verdunstungsschalen besorgt. Die von aufsen den Heizkammern zugeführte, erforderlichenfalls zu reinigende Luft steigt durch Canäle zu den Vorhallen, Treppenhäusern, Foyers und Corridoren auf, von dort unter die Stufen der Ränge und dann durch möglichst viele kleine, gut vertheilte Oeffnungen in Decke und Setzstufen in den Zuschauerraum. Zu demselben Zwecke führen Canäle unmittelbar unter das Parket. Tritt auf diese Weise gleichmäfsig vertheilt die frische Luft mit einer Temperatur von 18° bis 20° R. ein, so wird sich niemand dadurch belästigt fühlen. Nur gegen einzelne gröfsere Zuströmungsöffnungen wird Widerspruch erhoben, besonders wenn sie kühlere Luft bringen. Aehnlich ist das Bühnenhaus zu behandeln, welches bei seinen grofsen Räumen und der verhältnifsmäfsig geringen Menschenzahl nur einer mäfsigen Luftzuführung bedarf, und sich nahezu auf Umlaufheizung beschränken könnte.

Akustik.

Aehnlich dem Lichte bezüglich der Lichtquelle nimmt auch der Schall in seiner Stärke ab wie die Quadrate der Entfernungen von der Schallquelle. Die Bewegung der Schallwellen und ihre „Reflexion" erfolgt nach denselben Gesetzen, wie sie in der Optik herrschen. Nur in dem Maſse der Geschwindigkeit der Fortpflanzung unterscheiden sie sich. Die Lichtwellen durcheilen in der Secunde einen Weg von 319 Millionen Meter, während der Schall nur 340,88 m in derselben Zeit (bei 16° R.) zurücklegt. Die Geschwindigkeit des Lichtes ist also fast einmillionmal gröſser, als die des Schalles.

Mit dieser trägeren Bewegung des letzteren mag es zusammenhängen, daſs, während das Licht hinter undurchsichtigen Körpern einen Schlagschatten entstehen läſst, die Schallwellen hinter Körpern, welche in ihrem Wege stehen, sich ausbreiten und zusammenschlagen, wie die Fluſsströmung hinter einem Brückenpfeiler. Die Fenster einer Kirche in Erith wurden durch den Schall einer mehrere engl. Meilen entfernten Pulverexplosion auf der derselben zugewendeten wie auf der abgewendeten Seite gleichmäſsig nach innen eingedrückt. (Tyndall: Der Schall.)

Die Theorie, daſs die Schallstärke mit dem Quadrate der Entfernung von der Schallquelle abnimmt, erleidet in der Praxis eine wesentliche Einschränkung durch die Reflexien der Schallwellen. Eine solche Reflexion beginnt bereits auf freiem Felde durch den Erdboden, welcher die Schallwellen zurückwirft und dadurch den Schall nicht unwesentlich verstärkt. Man nimmt an, daſs ein mäſsig laut, aber deutlich gesprochenes Wort auf freiem Felde bis auf 30 m weit dort verstanden wird, wohin der Redner spricht. Nach den beiden Seiten vermindert sich die Tragweite auf 20 m, nach rückwärts auf 10 m. Sie würde in allen Fällen noch geringer sein, wenn der Erdboden als reflectirende Fläche fehlte. Noch auffallender wird die Wirkung der Reflexe in einem Kiefernhochwalde, besonders in einer Wildbahn. Auf weithin kann man in einer solchen die Stimmen unterscheiden und erkennen. Die zahlreichen Baumstämme zu beiden Seiten, die Aeste bilden ebensoviel wirksame Schallreflectoren.

Das Hören erfolgt zwar vorzugsweise, aber doch nicht allein mit den Ohren, sondern auch mit der ganzen übrigen Kopfoberfläche. Man kann sich hiervon leicht überführen, wenn man den Mund schlieſst und mit Daumen und Mittelfinger je eine Ohröffnung und Nasenhöhle fest zuhält. Trotzdem versteht man jedes mit gewöhnlicher Stimme im Zimmer gesprochene Wort. Die wirkende Schallwelle wird man sich also als einen Kegel denken können, dessen Grundfläche die Kopfoberfläche und dessen Spitze die Schallquelle bildet. Während der directe Schall einen geraden Kegel ergiebt, stellen die Reflexe gebrochene Kegel dar, die von den verschiedensten Seiten beim Zuhörer zusammenlaufen und demnach seine ganze Kopfoberfläche in Thätigkeit setzen. Die Entfernung der beiden Ohren, der gröſste Kopfdurchmesser, giebt gleichsam die Standlinie ab, von der aus die Entfernung und der Ort der Schallquelle beurtheilt wird. Die Ohrmuschel wird hier und da für ein sehr untergeordnetes Hülfsmittel beim Hören angesehen; für gröſsere Entfernungen ist sie eine vorzügliche Unterstützung, welche der Landmann, der Jäger genau kennt, wenn er weithin hören will und zur Verschärfung des Ohres die hohle Hand dahinterlegt. Die Hand ist dann doch nur eine rohe Vergröſserung der Ohrmuschel, welch letztere die Natur dem Bedürfniſs folgend geschaffen und kunstvoll ausgeführt hat. Beim Sehen mit einem Auge verschwindet der körperliche Eindruck der betrachteten Gegenstände; im übrigen sieht man mit zwei Augen nicht schärfer und deutlicher, als mit einem — normale Augen vorausgesetzt. Ganz anders beim Gehör: Schlieſst man im Theater oder Concert fest das eine Ohr, so sinkt der Gehöreindruck auf fast die Hälfte desjenigen mit beiden Ohren hinab. Die Ohröffnung ist nach vorn durch einen Knorpel (tragus) verdeckt, sodaſs die Schallwellen mehr seitlich von hinten in dasselbe eintreten müssen, nachdem sie den Tragus umgangen oder von der Ohrmuschel reflectirt worden sind. Infolge dessen hört man von hinten fast ebensogut, wie von vorn. Das Hören von vorn erscheint dennoch schärfer, weil das Auge hierbei dem Ohre wesentliche Hülfe leistet.

Das Gehör besitzt die Fähigkeit, sich wie die Augen für die verschiedensten Entfernungen einzurichten. In der Stille der Nacht versteht man über muldenförmige Bodensenkungen, besonders aber über Wasserflächen hinweg die menschliche Stimme auf mehrere hundert Meter. Bei 200 m würde die Stärke der Stimme theoretisch gegen die eben erwähnte Grenzstärke der Stimme bei 30 m Entfernung sich verhalten wie $30^2 : 200^2$ oder wie $900 : 40000 = 1 : 44$. Vermindert sich andererseits der Abstand von 30 m auf 15 m und 7,5 m, so wächst die Stärke auf das 4- und 16fache. Die Schallstärke bei 200 m beträgt hiernach $\frac{1}{16 \cdot 44} = \frac{1}{704}$ derjenigen bei 7,5 m Entfernung. Seeleute behaupten sogar, die menschliche Stimme bei Nacht auf 1000 und mehr Meter vernommen zu haben. Es erklärt sich dies einigermaſsen daraus, daſs, wie das Auge, auch das Ohr der Seeleute durch ihr Fernsein vom Lande und vom Lärme der groſsen Städte für jedes auſsergewöhnliche Geräusch sehr geschärft ist. Aehnliche Gegensätze zeigen sich in der Optik. Wenn man gegen einen hellen Sommertag die Fenstervorhänge dicht schlieſst, so ist man in dem plötzlichen Dunkel nicht imstande, „die Hand vor Augen zu sehen." Nach wenigen Minuten kann man alle Gegenstände im Zimmer deutlich unterscheiden. Das Auge hat sich mit der geringen Lichtmenge abgefunden. Ebenso versteht man nach dem Lärm des Zwischenacts auf den Corridoren und im Foyer anfangs nur mit Mühe die Schauspieler, bis sich bei vollkommener Stille das Ohr wieder an seine erhöhte Aufgabe gewöhnt hat. Bei dieser Fähigkeit des Gehörs und bei der Unterstützung desselben durch die Reflexe darf man die bis in die Mitte dieses Jahrhunderts geltende Annahme: „die Entfernung des letzten Zuschauers vom Proscenium eines Theaters dürfe das Maſs von 30 m nicht überschreiten" als überwunden betrachten. Schon die antiken Theater weisen eine Entfernung der äuſsersten Sitzreihe von der Scene auf bis zu 60 und mehr Meter, und daſs derartiges auch heute mit Erfolg ausführbar sei, zeigen die Albert-halle in London und die Rotunde des Trocadero in Paris.

Was nun die Reflexe betrifft, die uns hier vor allem beschäftigen sollen, so können dieselben den directen Ton sehr erfolgreich unterstützen, sie können die Wirkung desselben aber auch ebenso empfindlich schädigen. Jedermann kennt den störenden Nachhall in einem leeren Gange, Zimmer oder Saale, welcher bei jedem Tritt, jedem Geräusch oder lauten Wort sich hören läſst. Fällt man von der Schallquelle Lothe auf die vier Wände, auf Fuſsboden und Decke, so bilden diese sechs Linien die

Hin- und Rückwege der einmal reflectirten Schallwellen. Darauf werden die zwei- und mehrmal zurückgeworfenen Wellen laut, bis der Nachhall an der Länge des Weges und durch den Kraftverlust bei der häufigen Reflexion endlich erlischt. Im Kurorte Baden bei Zürich befindet sich ein kleines Sommertheater, dessen Holzwände die Orchestermusik derartig dröhnend zurückwerfen, dafs Leute mit empfindlichem Gehör sich in den entferntesten Winkel des Parkets unter den ersten Rang flüchten müssen. Auch manches gröfsere Theater leidet unter einem Uebermafs von Resonanz.

Durch die Gestaltung des Zuschauerraumes und der Bühne nicht nur die störenden Reflexe zu vermeiden, sondern die Reflexion im Gegentheil zur Unterstützung des directen Tones und zwar vorzüglich nach den entfernteren Sitzreihen zu lenken, ist die Aufgabe des Architekten. Auf den vorderen Zuschauerreihen ist die Schallwirkung der Stimme und des Orchesters gewöhnlich zu stark; man hört von letzterem die nächsten Instrumente zu sehr vorklingen. Glücklicherweise giebt es dennoch für diese Plätze ein grofses Publicum, dessen Nerven solchen Lärm vertragen. Bei einem Orchester von 100 Musikern gehört zum Verständnifs des Zusammenspiels mit dem Gesange ein Abstand von mindestens 18 m. Je weiter ab, desto vollkommener und gerundeter wird die Gesamtwirkung. In Berlin wie in Wien und Paris ist auf den äufsersten Galerieen der Opernhäuser der Gesamteindruck am meisten befriedigend, mag auch ab und zu eine Einzelheit etwas verwischt dorthin gelangen. Auf dem ersten Theile des Parkets überwiegt die dort noch übermächtige directe Schallwelle die Reflexe. Etwa in der Mitte des Hauses werden directer Ton und Reflexwirkung sich gleich werden. Mit der gröfseren Entfernung wächst die Zahl der Reflexe und ihre Wirkung, sodafs die directe Schallwelle zuletzt nur einen Bruchtheil der Gesamtwirkung ausmacht. Man täuscht sich, wenn man den directen Ton zu hören glaubt, weil das Auge die Bewegungen des Darstellers, seinen Gesichtsausdruck, seine Lippen verfolgt und dadurch allerdings das Ohr wesentlich unterstützt.

Die reflectirenden Flächen werden im Theater durch die Decorationen, das Bühnenpodium, die Architektur des Prosceniums, durch Brüstungen, Wände und Decken des Zuschauerraumes, endlich durch die Sitzreihen und die Zuschauer selbst gebildet. Wie beim Lichte hängt die Fähigkeit, den Schall zurückzuwerfen, hauptsächlich davon ab, dafs die Fläche vollkommen glatt ist. Ein ruhiger Wasserspiegel reflectirt den Schall vorzüglich. Ebenso werfen polirte oder lackirte Holz- und Stuckoberflächen denselben mit nur geringem Stärkeverlust zurück. Die Oberfläche des menschlichen Gesichts mufs ein guter Schallreflector sein, denn die aus demselben Stoff gebildete Ohrmuschel reflectirt ausgezeichnet. Rauhe, faserige Oberflächen, faltiger Behang aus dicken, schweren, sammet- oder plüschartigen Stoffen ersticken den Schall, durchsichtige Schleier gewähren ihm fast ungehinderten Durchgang. Die glatt ausgespannte Leinwand der Kulissen, Bögen und Prospecte reflectirt mit mäfsiger Wirkung. Dünne Platten aus Glas, Metall und besonders Holz haben eine eigenthümliche Fähigkeit, mit den Tonschwingungen mitzuschwingen, und so den Klang unter gewissen Verhältnissen ganz bedeutend zu verstärken.

Zur Unterstützung des guten Hörens ist indessen nicht jeder Reflex zu gebrauchen. Vor allem darf er sich nicht vom directen Tone merklich trennen und etwa ein Echo oder einen selbständigen Wiederhall bilden. Directer Ton und Reflex müssen für den gröfseren Theil ihrer Zeitdauer zusammenfallen. Verständlich können in einer Secunde nicht mehr als fünf Silben gesprochen werden. In einer Secunde legt der Schall bei $+16^{0}$ R. 340,88 m Wegelänge zurück. Eine Silbe währt also $^{1}/_{5}$ Secunde und füllt $^{341}/_{5}$ m — rund 70 m Wegelänge aus. Ist der Weg des reflectirten Schalles um 10 m länger, als der des directen, so erreicht der erstere den Zuhörer um $^{10}/_{70}$ der ganzen Silbendauer später, als der letztere, und währt nun wiederum $^{10}/_{70}$ länger, als derselbe. $^{60}/_{70}$ des reflectirten und directen Schalls decken sich also vollständig und bilden die Hauptwirkung, welche eingeleitet wird durch das Eintreffen der directen Welle. An diese schliefsen sich, da näher liegende geeignete Flächen immer vorhanden sein werden, unmittelbar die Reflexe mit kleinstem Umwege, an letztere diejenigen mit gröfserem Wegeunterschiede bis zu einem solchen von 10 m. Damit ist die volle Wirkung, welche $^{60}/_{70}$ der Silbendauer währt, erreicht. Alsdann nimmt die Wirkung nach und nach wiederum ab. Die Reflexe mit kleinstem Umwege verstummen zuerst, es folgen die anderen, bis auch die letzten nach $^{10}/_{70}$ Silbendauer verklungen sind. Bei 20 m Wegeunterschied schwillt die Schallwirkung $^{20}/_{70}$ der Silbendauer an, währt in voller Stärke $^{50}/_{70}$ und klingt dann hinterher mit $^{20}/_{70}$ aus.

Langhans hält einen Wegeunterschied von 19 m bereits für nachtheilig. Man wird annehmen können, dafs es für die Deutlichkeit der gesprochenen Silbe wie des gesungenen Tones genügt, wenn der Nachhall durch die Reflexe nicht länger währt als $^{1}/_{4}$ der ganzen Silbendauer, also $^{1}/_{4} \cdot ^{1}/_{5} = ^{1}/_{20}$ Secunde. Hiernach würde als gröfster zulässiger Wegeunterschied $^{341}/_{20}$ — rund 17 m anzusehen sein.

Zwei sich folgende Silben, mögen sie gesprochen oder gesungen werden, haben verschiedene Kraft des Tones, verschiedene Klanghöhe und sind fast immer durch Consonanten von einander getrennt. Zwischen zwei Silben mufs also ein Wechsel in der Kraft des Hinauspressens der Luft aus den Lungen, eine Veränderung der Stimmritze des Kehlkopfes, eine Andersstellung der Mundhöhle zur Bildung der wechselnden Klangfarbe der Vocale sowie zur Bildung der Consonanten mittels Zunge, Lippen und Zähne stattfinden, und alles dies bedingt ein kurzes Intervall zwischen zwei Silben.

Dieses Intervall steigert sich zwischen zwei Worten zu einer Pause, welche an den Orten, wo die Schrift Interpunctionen setzt, in dem Vortrage mehr oder minder anwächst. Aufser der Hebung und Senkung der Stimme, der gröfseren oder geringeren Kraft derselben und der wechselnden Klangfarbe usw. tragen die Intervalle und Pausen ganz besonders zur Deutlichkeit bei. Der öffentliche Redner, der Schauspieler, der Sänger weifs gewöhnlich nicht, dafs diese Sonderung akustisch nothwendig ist; aus Erfahrung aber weifs er, dafs diese kurzen Zwischenräume dem Publicum die Möglichkeit gewähren, zu folgen und zu verstehen. In die hierbei nöthigen Intervalle und Pausen nun fällt unschädlich das letzte Viertel der nachschleppenden Schallreflexe der Silbe.

Der zulässige Wegeunterschied für eine laut und mit Betonung gesprochene oder gesungene Silbe würde also = 17 m sich ergeben. Dies stimmt mit den Erfahrungen von Langhans sowohl wie der französischen Architekten Daly, Davioud und Bourdais überein, während A. Orth nur für die Musik das Mafs von 10 m unter Umständen überschritten wissen will. Es ist richtig,

dafs bei einem harten, sehr kurz abgerissenen Schalle, z. B. wenn man mit einem kleinen Stahlhammer auf eine Eisenplatte schlägt, schon bei einem kleineren Wegeunterschiede als 17 m ein störender Nachhall sich bemerkbar macht. Einen solchen Schall hervorzurufen ist aber weder die menschliche Stimme noch selbst die Trommel oder der Triangel des Orchesters imstande, da die Schwingungen dieser Instrumente sehr viel länger dauern, als der Schlag jenes Hämmerchens, welches sofort von der Eisenplatte zurückschnellt. Die Betrachtung der Wirkung solcher Reflexe kann demnach für die Akustik der Theater aufser Rechnung bleiben.

Wie wird es aber mit den rasch sich folgenden Noten der Läufer und Triller des Gesanges, der Violinen, Flöten usw.?

Ein ganzer Takt beansprucht im Andante durchschnittlich 2 Secunden Zeitdauer;

$^1/_8$ Tact also $^1/_4$ Secunden;
$^1/_{16}$ „ „ $^1/_8$ „
$^1/_{32}$ „ „ $^1/_{16}$ „

Soll für die $^1/_{32}$ Note der letzte Reflex nur mit $^1/_4 = ^1/_{64}$ Sec. hinterherkommen, so beschränkt sich dementsprechend der zulässige Wegeunterschied hierfür auf

$$^{341}/_{64} = 5{,}3 \text{ m}.$$

Im Allegro und Presto verkürzt sich die Zeitdauer bis zur Hälfte, der kleinste Wegeunterschied also auf 2,6 m.

Die Kraft des Tones ist nun aber in hohem Mafse abhängig von seiner Dauer, und zwar findet dies statt bei den musicalischen Instrumenten, wie auch besonders bei der menschlichen Stimme. Weder in der Rede, noch im Gesange pflegen — schon des Ausdrucks wegen — mehrere stark betonte, also laute Silben sich unmittelbar zu folgen. Sie sind fast immer durch weniger betonte, weniger laute Silben getrennt. Ausnahmen sind nur ausführbar, wenn die Silben eine gewisse Zeitdauer, von je $^1/_4$ Note etwa, besitzen, und auch dann noch aus den oben angeführten Gründen, selbst für geübte Sänger, schwierig. Die rasche Folge und demnach kurze Dauer der Noten hindert die Kraftentwicklung der Stimme. Noch viel mehr findet dies statt bei Läufern und Passagen in $^1/_{16}$ und $^1/_{32}$ Noten. Auch hier ist der Sänger nur imstande, nach Vorschrift oder nach seinem eignen Geschmack einzelne Noten, die dann auch etwas länger währen, zu betonen, er kann sie nicht alle laut singen. Nur das schwierige Kunststück des Trillers kann forte ausgeführt werden. Helmholtz rechnet auf die Secunde fünf Trillerschläge oder Tonwechsel, also zehn einzelne Töne, deren jeder demnach $^1/_{10}$ Secunde währt. Man darf aber nicht vergessen, dafs beim Triller die Stimme auf einem Tone, dem Hauptton, ruht und den Nebenton schwächer bringt. Wird dies übertrieben, so entsteht der sog. Bockstriller. Aus denselben oben angeführten Gründen ist es gerade noch bei $^1/_8$ Noten möglich, jeder derselben eine Silbe des Textes zuzutheilen; bei $^1/_{16}$ und $^1/_{32}$ Noten müssen mehrere derselben auf einer Silbe untergebracht werden, da zur Aussprache jeder Silbe die bereits oben erwähnte Zeitdauer erforderlich ist. Alle diese Erwägungen sind dahin zusammenzufassen, dafs die stärkeren Töne von längerer Zeitdauer auch günstige Reflexe mit einem gröfseren Wegeunterschiede, welcher sich bis zu 17 m steigern kann, hervorrufen. Bei mittlerer und geringer Tonstärke vermindert sich der Wegeunterschied der dann noch wirksamen Reflexe bis auf 5,3 m und 2,6 m, d. h. jede Tonstärke hat ihr gewisses Mafs für den zulässigen oder zuträglichen Wegeunterschied der Reflexe. Ueber dieses Mafs hinaus werden die letzteren so schwach, dafs sie nicht mehr gehört oder doch durch den folgenden Ton gänzlich unterdrückt werden. In dieser einfachen und natürlichen Weise regeln sich bis zu einem Wegeunterschiede von 17 m die Reflexe gleichsam von selbst. Innerhalb dieses Mafses ist die Frage nach der zulässigen Länge desselben eigentlich eine ganz müfsige, da den Reflexen keine störende Wirkung beiwohnt. Im Lustspiel wird die Hast des Dialogs häufig dahin übertrieben, dafs mehr als fünf Silben auf die Secunde kommen. Dieselben werden dann selbst in mittelgrofsen Theatern mehr errathen, als verstanden. Der Schauspieler mufs dabei nur die betonte kennzeichnende Silbe besonders deutlich sprechen. In der öffentlichen Rede wie im Drama wird die Zahl von fünf Silben in der Secunde gar nicht erreicht. Nur in der Erregung werden mehr als drei Silben gesprochen. Auf der Bühne der Alten ist das Tempo wahrscheinlich noch wesentlich langsamer gewesen. Nimmt man fünf Silben auf zwei Secunden an, so würde sich der brauchbare Wegeunterschied von 17 m auf 34 m und damit die Zahl der günstigen Reflexe im Theater der Alten wesentlich erhöhen.

Der erste Architekt, welcher die Akustik der Theaterräume mit ganz hervorragendem Erfolge behandelt hat, ist Langhans in seinem kleinen, aber inhaltreichen Werke: „Bemerkungen über Katakustik in Beziehung auf Theater. Berlin bei Gottfr. Hayn 1810.“ Er weist durch Construction nach, dafs Ellipse und Kreis, welche gewöhnlich als Umfangslinie des Zuschauerraumes dienen, unter Umständen für gewisse Theile desselben sehr lästige, das deutliche Hören beeinträchtigende Schallconcentrationen herbeiführen. Seite 49 u. 50 führt er dann aus, dafs alle nach der elliptischen oder Kreis-Linie geformten Flächen, welche Schallconcentrationen dort verursachen können, wo sich Zuschauer befinden, durch Verzierungen: Baluster, Rosetten, Canneluren gebrochen werden müssen. Es dürften die Brüstungen aber nicht etwa durch dünne, durchbrochne Eisengitter ersetzt oder mit Tuch oder anderem Zeug behängt werden, wenn man nicht das „angenehme Hallen“ im Theater unterdrücken wolle. Seite 55: Aus demselben Grunde seien die Prosceniumswände mit Canneluren usw. zu versehen. Seite 57: Man könne ein Theater nicht in allen Flächen mit derartigen zirkelförmigen Erhebungen oder Vertiefungen ausstatten, immer aber je mehr um so besser, und besonders, je näher die Flächen dem Ursprunge des Schalles sind. Weiter entfernte Flächen bedürften dieser Vorsorge weniger. Endlich Seite 58: Die Decke könne daher geradlinig sein, da bei ihrem Abstande von der Bühne schon eine genügende Zerstreuung der Schallstrahlen eintrete. Wölbungen dürften keinesfalls dorthin den Ton concentriren, wo Zuhörer vorhanden sind.

Vor Langhans hatte der Architekt Louis Catel in Berlin 1802 den Vorschlag gemacht, den Theaterraum in allen seinen Flächen mit Zeug zu überziehen und mit Decken zu behängen, um alle Zurückwerfung des Schalles zu vernichten. Langhans tritt Seite 30 seiner Katakustik diesem Gedanken entgegen: „Ein nach und nach langsam verlöschender Nachhall in kleinen und grofsen Gebäuden ist angenehm und nothwendig, um uns den Zauber der Musik und der Töne geniefsen zu lassen. Wir dürfen also einen solchen Nachhall nicht muthwillig unterdrücken usw.“ Der Vorschlag Catels würde hier übergangen worden sein, wenn nicht die französischen Architekten neuerer Zeit sich zu einer ähnlichen Auffassung hinneigten. Die grofse

Rotunde des Trocadero in Paris, für die Ausstellung von 1878 von Daviond und Bourdais erbaut, hat einen unteren Durchmesser von 50 m, der sich durch das Zurücktreten der oberen Logen auf 62 m erweitert. Die Scheitelhöhe ist 55 m. An den unteren Durchmesser ist eine Nische angesetzt, deren Bühne für das Orchester, den Chor und auch für kleinere Schauspiel-Aufführungen dient, während die Tiefe der Nische mit der grofsen Orgel ausgefüllt ist. Der riesige Raum fafst 6000 Sitze und wird häufig zu Musikfesten (festivaux nationaux), aber auch zu Sologesängen und kleineren Theaterscenen benutzt. Mit Ausnahme der Orchesternische und deren nächster Nachbarschaft hat man das ganze Innere des Rundbaues mit Stoff bekleidet, um das Nachhallen von Wänden und Decke zu ersticken. Aufser den benachbarten Wandflächen und der Oeffnung der Nische ist noch vorzugsweise deren gewölbte Decke zum Reflectiren bestimmt und in 10 Streifen, diese wieder in je 10 Theile zerlegt. Von letzteren entspricht jeder einer gewissen Abtheilung des Zuschauerraumes, dessen entferntere, der Unterstützung durch den Reflex besonders bedürftige Theile zu diesem Zwecke ebenfalls in 100 Bereiche getheilt sind. Der akustische Erfolg der Rotunde hat die bis dahin übliche Annahme, dafs die menschliche Stimme dem menschlichen Ohre auch im begrenzten Raume nur auf 30 bis höchstens 40 m Entfernung verständlich sei, widerlegt. Eingestanden und bedauert wird indessen, dafs für viele Plätze der Rotunde ein lästiges Nachklingen und Nachschleppen bei kurz abgerissenen Tönen hörbar ist. Die Franzosen erklären dies dadurch, dafs die Stoff-Auskleidung immer noch einen Theil des Schalles zurückwerfe. Verfasser hat die Rotunde wiederholt bei musicalischen und Schauspiel-Aufführungen besucht, auf den äufsersten und mittleren Plätzen gesessen und die zartesten Nuancen, das leiseste Piano eines Flügels ebensogut gehört, wie er den Vortrag von Coquelin und eine Chansonette der Judic verstanden hat. Den hin und wieder eintretenden Nachhall hat er geglaubt, sich auch noch anders herleiten zu sollen. Die Decke der Orchesternische, der „conque acoustique", läuft etwa 22 m über der Bühne mit ihren Gewölbefeldern aus. Der Wegeunterschied zwischen reflectirter und directer Schallwelle von etwa 20 m mufs daher für viele Plätze unter Umständen einen Nachklang bringen.

Wenn eine Musikhalle mit einem Theater verglichen werden darf, dann ist hierbei der französische Standpunkt ein der deutschen Theorie von Langhans gerade entgegengesetzter. Langhans will die Wände klingend erhalten, er will nur die Schallconcentrationen für die Zuhörer durch Reliefbildung der Wandflächen vermeiden. Aufserdem soll das Relief vorzugsweise in der Nähe des Tonursprunges, also an dem Proscenium, vorhanden sein. In der Rotunde ist von einer Resonanz der Wände, welche mit Stoff bezogen sind, ganz Abstand genommen, und ebenso gegen die Theorie von Langhans sind Decke, Oeffnung und die benachbarten Wandflächen der Orchesternische so gestaltet, dafs sie den Ton unzerstreut weithin in den Zuschauerraum reflectiren. Die letztere Anordnung wird schon von César Daly in: Les théâtres de la place du Chatelet, Paris, Ducher et Comp. mit folgenden Worten Seite 20 empfohlen: „Nur ein Theil des Saales kann so angeordnet sein, dafs er auf weithin die Schallstrahlen ohne Nachtheil zurückwirft: der der Scene naheliegende. Die von diesem Theile reflectirten Töne machen einen so unbedeutenden Umweg (?!), dafs sie fast gleichzeitig mit dem directen Tone eintreffen. Man kann also zwei Theile des Zuschauerraumes unterscheiden: den der Scene naheliegenden, der den Ton weiter leitet, und den entfernteren, den centralen (?) Theil, welcher den Ton empfängt." Diese Theorie ist, wie bereits oben bei Besprechung der Bühnenöffnung ausgeführt, schon bei einer Weite der letzteren von 12 m im Chatelet-Theater nicht mehr zutreffend. Ein Wort, an der linken Prosceniumswand gesprochen, hat nur einen Weg von 5 m bis zur davorliegenden ersten Bank des Parkets zu durchlaufen, während der Schallreflex $2 \cdot 12 = 24$ m bis zum rechten Proscenium und von dort zurück bis zu der betreffenden Bank zu machen hat, demnach also ein Wegeunterschied von $24\,\text{m} - 5\,\text{m} = 19$ m vorhanden ist.

Die Akustik der Rotunde würde wahrscheinlich gewonnen haben, wenn 1) das Gewölbe der Orchesternische um 6 bis 8 m niedriger läge, der Wegeunterschied der von dort reflectirten Schallwellen gegen die directen also nur 12 bis 14 m betragen hätte, 2) Wände und Decke des Raumes anstatt mit Zeug mit einem den Schall nicht verzehrenden, sondern auf die benachbarten Zuschauerreihen vertheilenden Relief bedeckt wären.

Die Wirksamkeit der Langhansschen Vorschrift kann folgendermafsen hergeleitet und weiter ausgebildet werden: Alle Flächen, durch welche von der Bühne nach den Zuschauersitzen Reflexe mit mehr als 17 m Wegeunterschied entstehen können, sind mit einem Relief auszustatten, welches den Schall zertheilt und dadurch derart in seinen Theilwellen schwächt, dafs die Stärke der Reflexe über 17 m Wegeunterschied hinaus auf ein unmerkliches, also unschädliches Mindestmafs hinabsinkt.

Die Oberflächen der in Relief gehaltenen Gliederungen, Friese, Baluster usw. kann man sich stets aus Cylinder- oder Kugelmänteln zusammengesetzt denken. Je kleiner hierbei der Halbmesser wird, um so stärker der Grad der Zerstreuung der Schallwellen durch die Oberfläche (immer dabei abgesehen von der Schallabnahme durch den weiteren Weg). Ein Cylindermantel von 10 cm Halbmesser, den eine Schallwelle von 1 cm Breite central trifft, ruft bei 4 m Entfernung (also 8 m Wegeunterschied) eine Zerstreuung über etwa die 80fache Fläche, also eine Kraftverringerung auf $^1/_{80}$ hervor, bei 16 m Wegeunterschied auf $^1/_{160}$. Die Zerstreuung wächst, je weniger central die Welle trifft, bei einer Kugel erhöht sie sich im Quadrat, also in unseren Beispielen auf $\frac{1}{80^2}$ und $\frac{1}{160^2}$. Von einem störenden Nachhall der Reflexe durch die Reliefs über den zulässigen Wegeunterschied hinaus kann daher nicht die Rede sein. Dieses Relief müssen unter allen Umständen erhalten: die Prosceniumswände und, wenn dadurch Schallconcentrationen entstehen können, auch die Rückwände in elliptischen und kreisförmigen Theaterräumen. Aufserdem sind aber auch die anderen Flächen des Zuschauerraumes schicklich zu gestalten, damit sie den von der Bühne kommenden Ton nicht nutzlos in den leeren Raum über dem Parket reflectiren, sondern ihn soviel als möglich auf die Zuschauerreihen lenken. Solche Flächen sind die sämtlichen Brüstungen, die Rückwände der Ränge und die Decken unter denselben. Bei der Decke des Zuschauerraumes ist der am Proscenium liegende Theil, von dem nach dem Parket leicht unerwünschter Nachhall entstehen kann, ebenfalls mit körperlichen Verzierungen und ebensolchen Gliederungen zu versehen, der folgende Theil dagegen, welcher den Ton vom Orchester und der Bühne sehr günstig nach dem oberen Range zurückwerfen kann, ohne viel Relief und mög-

lichst glatt zu gestalten, also vorzugsweise nur mit Malerei auszustatten. Der letzte Theil der Decke, bei welchem die Reflexion einer ebenen Fläche die Zuschauerreihen nicht mehr treffen könnte, ist wiederum als Relieffries auszubilden, der die Schallwellen in möglichst senkrechter Richtung auf die äufsersten Reihen lenkt.

Für Theater in der üblichen Hufeisenform, selbst für grofse von 20 bis 25 m Breite und 30 bis 35 m Tiefe des Zuschauerraumes, wird, wenn Proscenium, Brüstungen, Wände und Decke genügendes Relief haben, bei einiger Vorsicht des Architekten die Akustik kaum eine sehr verfehlte sein, vor allem aber störender Nachhall vermieden werden können. Aus den oben vorausgeschickten Erörterungen läfst sich dies unschwer folgern, und der Erbauer der Pariser Oper, Charles Garnier, ist wegen seiner Aeufserung über die Akustik der Theater zu hart von vielen Seiten angegriffen worden. Er sagt zwar Seite 212 seines „théâtre“: Vom Zufall allein erwarte ich den (akustischen) Erfolg oder Mifserfolg (c'est du hasard seul, que j'attends ou l'insuccès ou la réussite). Aber er meint dann ferner: Ich weifs wohl, dafs es eigentlich keine Zuschauerräume giebt, die ganz und gar schlecht sind, und denen nicht mehr oder minder nachgeholfen werden könnte (je sais bien qu'à proprement parler il n'y a pas de salles positivement mauvaises, et qu'on ne puisse améliorer plus ou moins), und macht dann später z. B. über die Ausbreitung des Tones nach oben so klare und zutreffende Bemerkungen, welche denn doch den Gedanken nicht recht aufkommen lassen, dafs die Akustik des Opernraumes ohne sein Zuthun nur durch Zufall eine so gute geworden, wie sie es thatsächlich ist.

Es wird nun eine weitere Aufgabe sein, auch für gröfsere Theater die Bedingungen einer möglichst günstigen Akustik zu untersuchen. Der in Abb. 4, 5 und 6 dargestellte Zuschauerraum zeigt folgende Mafse, welche immer von der Vorhangslinie des Prosceniums zu rechnen sind: bis zum letzten Parketplatz 36 m, bis zur äufsersten Galeriereihe 46 m. Das letztere Mafs bleibt gegen die Entfernung der Rückwand der obersten Logen der Trocadero-Rotunde von der Orchesternische (obwohl man dort oben, trotz mehrerer Mängel der Einrichtung, immer noch ziemlich befriedigend hört) um 10 bis 15 m zurück.

Bei der Akustik eines Theaters ist die Wirkung der menschlichen Stimme von der Bühne nach dem Zuschauerraume in erster Linie zu berücksichtigen. Gegen ihre Bedeutung tritt diejenige der Orchesterinstrumente weit zurück, zumal Geige, Flöte, Oboe selbst im Pianissimo sich immer auch im gröfsten Hause Geltung verschaffen werden. Es giebt nun bekanntlich in der Musik wenig einfache Töne. Flöten, schwach geblasen, und weite gedeckte (unten geschlossene) Orgelpfeifen geben einfache Töne, die Grundtöne. Alle anderen musicalischen Instrumente und besonders die menschliche Stimme haben aufser dem Grundton noch eine reiche Zahl von Obertönen. Der Ton, welcher z. B. durch die Schwingung einer Saite in ihrer ganzen Länge entsteht, heifst der Grundton. Die Schwingung der ganzen Länge wird aber fast immer von Schwingungen von 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/7, 1/8, 1/9 usw. der Saitenlänge begleitet. Die durch diese Theilschwingungen entstehenden Töne heifsen die Obertöne, und zwar, da der Grundton als erster gerechnet wird, werden die Obertöne in obiger Reihenfolge als zweiter, dritter, vierter usw. Oberton bezeichnet. Der zweite, vierte, achte Oberton sind die folgenden höheren Octaven des Grundtones. Die einfachen Grundtöne klingen weich, aber sie haben keine Energie. Die mit Obertönen erscheinenden Grundtöne, welche also Accorde bilden, müssen eigentlich als Klänge bezeichnet werden. Die Klänge unterscheiden sich, abgesehen von dem Geräuschder Instrumente — des Bogens bei den Streichinstrumenten, des Anschlags bei Zither, Harfe und Klavier, des schluchzenden Angebens der Flöte und des Klapperns der Ventile und Klappen bei den andern Blasinstrumenten — besonders durch die Zahl und Auswahl der begleitenden Obertöne. Die hierdurch entstehende Eigenthümlichkeit des Klanges nennt man seine Klangfarbe.

Die Klangfarbe ist selbst beim Klavier sehr verschieden, je nachdem eine Taste kurz und hart oder länger und weich angeschlagen wird, noch verschiedener bei Zither und Harfe je nach der Stelle, welche der Finger berührt, aufserordentlich abwechselnd bei der Geige mit der Entfernung des Bogens von dem Stege, mit der Richtung und Kraft der Bogenführung. Bei den Blasinstrumenten ändert sich die Klangfarbe aufser durch die Stärke des Blasens noch vornehmlich durch das Oeffnen der einzelnen Klappen oder Ventile.

Die menschliche Stimme, die wunderbarste aller Tonquellen, besitzt nach Helmholtz die Obertöne bis zum sechzehnten hinauf, deutlich mit dem Resonator erkennbar. Hierdurch ist die unendliche Verschiedenheit ihrer Klangfarbe zu erklären. Stimme und Stimmung haben nicht umsonst denselben Wortstamm. Keine Geberde, kein Mienenspiel ist imstande, die Stimmung ähnlich auszudrücken wie die Stimme, deren Klangfarbe alle Gefühle, alle Leidenschaften in umfassendster Stufenfolge von dem durchdringenden Schrei der Wuth bis zum zärtlichen Liebeswerben sofort erkennbar wiederzugeben befähigt ist. Schon der siebente und neunte Oberton fallen aus der sogenannten „temperirten Tonleiter“, wie sie alle unsere Instrumente mit fest bestimmter Höhe der einzelnen Töne (Klaviere, Blasinstrumente usw.) haben, mifsklingend hinaus; sie geben dem Klange daher etwas Scharfes, Rauhes, Entschiedenes. Sie erscheinen aber nur beim Forte, welches doch immer die Erregung, die Leidenschaft auszudrücken hat. Beim Piano werden nur wenige Obertöne laut, der Klang bleibt weich.

Die Töne der viergestrichenen Octaven, besonders c'''' bis g'''', sind dem menschlichen Ohre besonders empfindlich, weil, wie Helmholtz nachweist, die Höhlung des Gehörganges auf diese Töne abgestimmt ist, die Luft darin also in Mitschwingung geräth. Die Obertöne fast aller menschlichen Stimmen reichen in diese Octaven hinein, selbst der Bafs, wenn er sein e' singt, hat als siebenten bis zehnten Oberton d'''', e'''', fis'''', gis'''', welche Mifsklänge geben. Hierdurch ist den tieferen Tönen gegenüber die eigenthümliche, überlegene Wirkung der höheren Töne zu erklären. Die Stimme in allen Klangfarben auszubilden, alle diese Modulationen stets in sicherer Gewalt zu haben, ist die hohe Kunst des Sängers wie Schauspielers.

Beim Sprechen werden, um die Eindringlichkeit und Deutlichkeit zu erhöhen, ohne den Kraftaufwand der Lungen zu vergröfsern, viele hohe Obertöne verwendet. Die scharfe Stimme des Offiziers hat zum gröfsten Theile ihren Grund in dem sachgemäfsen Bestreben, ein helles deutliches Commando ohne allzu übermäfsige Anstrengung abzugeben.

Die menschliche Stimme wird gewöhnlich als „membranöses Zungenwerk“ bezeichnet. Sie ähnelt vielfach der Clarinette, in den lyrischen Tönen aber auch dem Piano des Horns.

Die „vox humana" der Orgel ist ein Register, dessen einzelne Töne oder besser Klänge aus mehreren Pfeifen (dem Grundton und den Obertönen) zusammengesetzt sind; sie kann indessen immer nur **eine** Klangfarbe, z. B. des Feierlichen, Erhabenen, nachahmen und diese nicht wechseln. Die Stimmbänder des Kehlkopfs sind die membranösen Zungen, deren Schwingungen die Töne bilden. Die Schwingungszahlen geben die Tonhöhen, mit deren Steigen auch die Stimmbänder straffer angespannt werden. Beim **Brustton** schwingen die ganzen Stimmbänder, beim **Falzett** nur die Ränder (**Helmholtz**). Dazwischen wird häufig noch eine **Kopfstimme** angenommen. Nach **Makenzie** wird das Falsett durch Verkürzung der Stimmritze (mittels der Giefskannenknorpel) gebildet. Der französische Kehlkopfarzt **Martel** meint, dafs beim Falsett wie bei der Flöte vorzugsweise die Luft in der Luftröhre schwinge, deren Länge durch Heben und Senken des Kehlkopfes verändert wird. Es ist sehr wahrscheinlich, dafs die Stimmregister je nach der Persönlichkeit der Sänger sich bald auf diese, bald auf jene Weise, oder endlich auch durch Zusammenwirken aller oben angegebenen Bedingungen und Zustände bilden. Die Mundhöhle ist der Resonanzboden der Stimme, sie bildet durch Verschieben der Zunge, durch weiteres Oeffnen des Mundes die verschiedenen Klangfarben und Vocale, und zugleich mittels Zunge, Zähne und Lippen die Consonanten. Durch diese Eigenthümlichkeiten, welche von deutlicher Aussprache vorzüglich unterstützt werden können, ist die Stimme in der Oper imstande, selbst einer grofsen Zahl von Musikinstrumenten gegenüber sich immer die Geltung zu verschaffen, welche ihr als Führerin gebührt. Die Hauptwirkung des Klanges wird dabei durch die Obertöne herbeigeführt.

Man pflegt die volle Schwingung eines Tones als zusammengesetzt anzunehmen aus zwei Theilen, aus einer positiven Welle, der Luftverdichtung, und aus einer negativen Welle, der darauf folgenden Luftverdünnung, durch welche das Gleichgewicht wieder hergestellt wird.

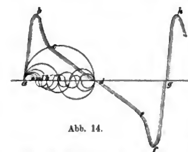


Abb. 14.

Bedeutet in Abb. 14 *adg* die neutrale Achse, Bogen *acd* die positive Welle eines Grundtones, die Bögen über *ah*, *ak*, *al*, *am* und *an* die positiven Wellen des zweiten, dritten, vierten, fünften und sechsten Obertones des Grundtones, denen die negativen usw. Wellen folgen, so kann man sich über das Zusammenwirken dieser Wellen für den Gesamteindruck des Klanges am beften einen Ueberblick verschaffen, wenn man die Bogenflächen der Obertöne den Bogenflächen des Grundtones zusetzt oder abnimmt, je nachdem die Vorzeichen dieselben oder verschiedene sind. Auf diese Weise entsteht die Intensitätscurve *abcd* als positive und als genaues Spiegelbild *defg* als negative Summationswelle. Diese Wellenform mit ihren Spitzen, besonders der jähe Uebergang von der negativen Spitze *f* in die sofort darauf folgende positive Spitze *h* läfst bereits erkennen, wieviel stärker die Wirkung durch die Beimischung der Obertöne wird gegen die Wirkung des einfachen Grundtones. Die Wellenform müfste noch bedeutend verschärft, die Spitzen müfsten noch wesentlich gesteigert werden, wenn statt obiger sechs Töne die volle Zahl der Obertöne (bis zu sechzehn) in Rechnung gezogen würde. In dieser reichen Zahl von Obertönen, wie andrerseits in der Theilnahme, welche die Zuhörer der menschlichen Stimme zollen, liegt das Geheimnifs ihres Uebergewichts über das Orchester.

Für die Reflexe der Stimme nun bieten im vorliegenden Falle die Decorationen der Bühne, besonders bei tiefer Scene, wenig geeignete Flächen. Hängt der Schlufsprospect dagegen mehr nach vorn, etwa hinter der zweiten Kulissengasse, so wirkt er als Schallreflector günstig, besonders wenn sich ihm der Darsteller nähert. Die Unterlatte des Prospectes wird (gewöhnlich mittels kleiner Sandsäcke) beschwert und dadurch die Leinwand, welche durch den Farbenanstrich eine gewisse Dichtigkeit und Glätte erhalten hat, eben und straff gezogen. Diese Leinwand wirkt nicht wie eine glatte Holz- oder Mauerfläche, immerhin aber wirkt sie reflectirend und zwar um so besser, je mehr die reflectirten Schallwellen bei gröfserer Nähe des Darstellers ziemlich gleichzeitig mit den directen in das Ohr der Zuschauer gelangen. Dies gilt für alle Decorationen, also auch für die Kulissen und besonders für die geschlossenen Decorationen, sobald nahe denselben gesprochen oder gesungen wird. Der Nachhall von der entgegengesetzten Seite der Bühne kann, da er durch den weiten Umweg und die doch nur mittelmäfsige Reflexion der Decorationsoberfläche doppelt abgeschwächt wird, nicht mehr störend wirken. Meistentheils fallen diese Vortheile aber fort, da der Darsteller in der Regel seinen Standpunkt in der Mitte des Prosceniums, und das Bühnenbild gewöhnlich eine gröfsere Tiefe hat. In neuerer Zeit (seit dem Auftreten der **Meininger**) hat man vielfach, um die gähnende Leere der Bühnenmitte zu unterbrechen, auch den Vordergrund mit Satzstücken ausgestattet. Dem einsichtigen Schauspieler wird dadurch Gelegenheit geboten, seinen Standpunkt vor diesen Decorationen zu wählen, und so besonders dem halblauten Worte eine merkbare akustische Unterstützung zu gewinnen. In Architekturen können derartige Satzstücke Möbel und Hausrath, in Landschaften Bäume, Gebüsch usw. darstellen und dem Bilde als wesentlicher Schmuck dienen.

Der wichtigste Schallreflector der Bühne bleibt indessen immer das **Podium** und zwar vorzugsweise das Podium des Prosceniums. Wo der Darsteller auch steht, wohin er geht, überall tritt dieser Reflector in Kraft, mit einem Mindestmafs von Wegeunterschied (1 m) und aus dem hierfür denkbar günstigsten Stoffe, aus glattem, elastischem, tannenem Holze geschaffen. Schon im Alterthume wufste man den Werth desselben zu würdigen. Als Alexander für das Theater in Pella ein ehernes Podium verlangte, weigerte sich der Architekt, „weil die Kraft der Stimmen der Schauspieler darunter leiden würde" (Plutarch).

Bei der Stellung des Sängers in *a*, Abb. 15, sind *be* die nach dem ersten Range, *cf* und *dg* die nach der Decke darunter reflectirten Schallwellen. (Der Schirm *d* wird bei Besprechung des Orchesters erörtert werden.) Bei der Eigenthümlichkeit der Schallausbreitung äufsert die Welle *dg* auch ihren Einflufs auf alle Plätze des Parkets (siehe oben). Wir sehen hieraus, eine wie grofse Rolle in der Theaterakustik das Podium des Prosceniums spielt. Wenn **Nourrit**, der berühmte französische Sänger, zu César Daly (Les théâtres de la place du Chatelet, p. 20) gesagt hat, die Rampe (Proscenium) könne gar

nicht weit genug ins Parket vorgeschoben werden, so hat er in gewissem Maſse recht; wenn er aber hinzusetzt, daſs er sich auf dieser Rampe dem Publicum soviel als möglich zu nähern bestrebt sei, so hat er eben nicht gewuſst, daſs der geringe Kraftzuwachs des directen Tones durch den Verlust des Reflexes, welcher dem ersteren an Stärke nahe kommt, bei weitem zu theuer bezahlt wird.

Wir können ferner aus den Reflexionsverhältnissen entnehmen, daſs die Darsteller klug thun, hinter der Vorhangslinie und im Bühnenbilde zu bleiben, wohin sie gehören. Die Beleuchtung ihrer Züge durch die Unterrampe des Prosceniums wirkt dann nicht mehr so häſslich von unten, die Kraft ihrer Stimme gewinnt wesentlich für das ganze Haus und beim Actschluſs haben sie nicht nöthig, sich in jener eigenthümlichen, unschönen und immer auffälligen Weise zurückzuziehen. Endlich ist daraus ersichtlich, daſs das Belegen der Bühne mit Teppichen niemals bis ins Proscenium ausgedehnt, sondern auf den Mittelgrund beschränkt werden sollte, wenn es durchaus nicht vermieden werden kann. Man begnüge sich, dem Podium einen bräunlichen Anstrich zu geben, welcher ohne zu groſse Zumuthung an den Zuschauer ebensowohl als Erdboden in einer Landschaft wie als Diele eines Hauses oder Terrazzo eines Palastes erscheinen kann.

Abb. 15.

Diejenigen Tonwellen, welche durch die Architekturtheile nach dem Zuschauerraume reflectirt werden, erfahren durch die Reliefbehandlung eine starke Zerstreuung. Bei der vorwiegend senkrechten Entwicklung der Baluster, Säulen und Pilaster kommen diese Theilreflexe vorzugsweise den entfernteren Plätzen zu gute. Befindet sich der Darsteller in a auf der Bühne und der Zuschauer in b auf der letzten Bank des Ranges (Abb. 5), so werden die von a ausgehenden Tonwellen schon bei einem Wegeunterschiede von 12 m durch die Proscenien nach b reflectirt. Dieser Unterschied bleibt also gegen das Höchstmaſs von 17 m noch um 5 m zurück. Ist ab (Abb. 6) = 46 m, so wird man sich um ab eine Linie gezogen denken können, deren sämtliche Punkte x (Abb. 5), mit a und b durch gerade Linien verbunden, für $ax + xb$ das Maſs von 58 m = ab + 12 m = 46 m + 12 m ergeben.

Die Curve, welche alle diese Punkte x enthält, ist, wie leicht einzusehen, eine Ellipse, deren Brennpunkte a und b sind. Die kleine Achse dieser Ellipse ist:

$$= \sqrt{\left(\frac{46}{2}+\frac{12}{2}\right)^2 - \left(\frac{46}{2}\right)^2} = 17{,}66 \text{ m}.$$

Man kann sich auch einen Faden von 58 m Länge an seinen Endpunkten in a und b befestigt, und in bekannter Weise mit einem Stifte längs des straffgespannten Fadens, dessen Maſs also gleich der Summe der beiden Leitstrahlen ist, die Ellipse um ab beschrieben denken (Abb. 5 und 6). Alle Punkte der Oberfläche des Ellipsoids, welches durch Drehung der Ellipse um ihre groſse Achse ab entsteht, haben 12 m Wegeunterschied gegen die directe Entfernung ab. Alle Punkte innerhalb des Ellipsoids haben einen um so kleineren Wegeunterschied, je mehr sie sich der Linie ab nähern. Durch diese Construction kann man sich also über die Reflexverhältnisse für jeden Punkt des Zuschauerraumes und jeden Wegeunterschied genügende Sicherheit verschaffen. Die Stärke des Tones wird in unserm Falle durch das Relief des Prosceniums zwar gebrochen, die groſse Zahl der entstandenen Theilwellen summirt sich aber bei zulässigen Wegeunterschieden auch für entferntere Punkte zu merkbarer Wirkung. Die **Seitenwände** und die **Rückwand** im Range wie im Parket müssen durch ein entsprechendes Relief die Tonwellen, welche sonst durch ihre Richtung nach oben sich zu verlieren Neigung haben, nach unten in das Haus auf die Zuschauer zurücklenken. Baurath **Orth** hat für diesen Zweck in Nr. 2 der Deutschen Bauzeitung 1881 sehr brauchbare Formen empfohlen. Wenn auf der Bühne an Stelle des Darstellers eine Flamme brennen würde, so würden für jeden Zuschauer auf den vielen erhabenen oder hohlen Flächen jener Reliefs bei hinreichend glatter Oberfläche eine Unzahl Glanzlichter als Reflexe jener Flamme erscheinen. Ebenso bilden sich an fast denselben Stellen für das Ohr die vielen Tonreflexe. Je weiter ab von der Tonquelle, je gröſser die Achse des Ellipsoids, um so mehr wächst auch die Zahl der nutzbaren Reflexflächen und unterstützt den directen Ton gerade in den entferntesten Punkten, die dessen am meisten bedürfen. Auch die Zuschauerreihen selbst bieten durch Köpfe, Schultern, Sitzlehnen viele Reflexflächen dar. Während indessen bei den bisher betrachteten Fällen die reflectirenden Flächen innerhalb der umgrenzenden Ellipsoidoberfläche sich unregelmäſsig vertheilt vorfinden, sind die Reflexflächen auf den Zuschauerreihen mehr regelmäſsig zu beiden Seiten der groſsen Achse der Ellipse vorhanden. Es werden hierbei diejenigen Reflexe, welche mit dem geringsten Wegeunterschiede beim Zuhörer anlangen, den gröſsten Werth haben, weil sie 1) fast gleichzeitig mit dem directen Ton dort eintreffen, 2) nur durch die zerstreuende Form der reflectirenden Flächen, nicht aber auſserdem durch einen weiteren Weg geschwächt sind. Die Reflexe bis zu 2 m Wegeunterschied kommen gegen den directen Ton mit einem Zeitunterschied von höchstens $^2/_{340} = {}^1/_{170}$ Secunden an, welcher so gering ist, daſs das Ohr directen Ton und Reflex als ungetheilten Eindruck aufnimmt. Berechnet man für einen Punkt b in der Mitte des Parkets (Abb. 4), welcher von a in der Vorhangslinie des Prosceniums 18 m entfernt ist, desgl. für den letzten 36 m entfernten Platz im Parket die Ellipsen mit 2 m Wegeunterschied, so findet man die Flächengröſsen derselben = 136,6, bezw. 363,9 qm. Nach Abzug der auf Bühnenpodium und Orchester fallenden Flächen bleiben für die Zuschauerreihen rund 92 bezw. 316 qm übrig, auf welchen 230 bezw. 790 Personen gleichmäſsig vertheilt sitzen. Die Wirkung der dadurch gegebenen groſsen Anzahl von Reflexflächen entzieht sich der Berechnung; es reicht indessen hin, das Verhältniſs zu ermitteln,

in welchem sie zunehmen. Die Zahl wächst, wenn die Entfernung sich verdoppelt, nach der obigen Herleitung im Verhältnifs von 92 : 316 oder 1 : 3,4, während die Stärke der Reflexe selbst auf $^1/_4$ sinkt. Der Verlust an Stärke wird also durch die gröfsere Zahl der Reflexe nahezu wieder ausgeglichen.

Für den entfernteren Theil des Parkets bedarf der directe Ton noch weiterer Unterstützung. Zu diesem Zwecke sind die Hohlkehle unter der Balustrade des ersten Ranges und die folgenden Deckenflächen unter demselben so zu profiliren, dafs die Schallwelle *a h* (Abb. 15) nach Sitzreihe 28, *a k* nach 21, *a l* nach 29, *a m* nach 30 usw. gelenkt wird. Der zwischen *h* und *k* liegende Theil der Kehle reflectirt alsdann nach 22 bis 27. Will man für die Ausführung genauer construiren, so würde das Profil der Hohlkehle statt nach dem Kreisbogen nach einem Korbbogen zu zeichnen und dadurch alle einzelnen Sitzreihen gleichmäfsig zu berücksichtigen sein. Nur ausnahmsweise verläfst der Darsteller seinen Standpunkt im Proscenium und spricht oder singt mehr aus der Tiefe der Bühne. Die Welle *a h* würde dann etwas hinter 28 in die Nähe von 29 reflectirt. Der Reflex hat dadurch keine geringere Wirkung; denn beim Schall, auch beim reflectirten, mufs man bekanntlich (vgl. oben) von der alleinigen scharflinigen Fortpflanzung wie bei einem Lichtstrahl — wozu man gewöhnlich sehr geneigt ist — absehen. Aehnliche Ablenkungen des aus der Tiefe der Bühne kommenden Tones, etwas nach hinten, werden aufserdem für alle anderen Reflexe und ebenso für die folgenden schrägen Deckenflächen bewirkt mit der Mafsgabe, dafs die Ablenkung immer geringer und bei der letzten Fläche an der Rückwand des Parkets fast = 0 wird. Es ist leicht ersichtlich, dafs diese Hohlkehle und Deckenflächen den Zweck haben, die Schallbewegung in der Luftschicht zwischen dem Rang und den Zuschauern im Parket möglichst vollständig für letztere nutzbar zu machen. Der Wegeunterschied nimmt immer mehr ab, da der Fufsboden steigt und die Decke sich etwas senkt. Dieser Vortheil für die hinteren Reihen wird durch die wachsende Stärke der Rückwandreflexe noch weiter gesteigert. Endlich treten noch hinzu die von dem Bühnenpodium gegen die Decke unter dem Range und von dort auf die Zuschauer gelenkten Tonwellen (z. B. *a c f* und *a d g* Abb. 15), welche noch immer ihre Wirkung äufsern werden.

Hiermit ist jedoch die Nutzbarkeit des Ranges für das Parket noch nicht erschöpft. Die Brüstung des Ranges mit ihren Gesimsen, Gliederungen und Balustern (Abb. 15) mufs so profilirt werden, dafs die Tonwellen nach unten auf die Parketreihen 16—20 reflectirt werden. Die Baluster sind dabei nicht rund, sondern viereckig zu gestalten, und der Grund, auf dem sie liegen, ist ebenfalls mit nach unten weisenden Reliefstreifen zu versehen.

Die ersten Sitzreihen des Ranges sind in bevorzugter Lage, da sie, aufser dem directen, noch ziemlich starken Tone *a i* (Abb. 6), die Reflexe von den Proscenien und aus allen Punkten des Parkets noch den kräftigen Reflex *a m i* vom Bühnenpodium erhalten. Auch der Reflex von der Zuschauerhausdecke *a n i* und der vom Podium nach der letzteren und von dort nach dem Range gelenkte Reflex *a l o i* werden noch von Wirkung sein. Die Wirkung dieser beiden letzteren Reflexe wird sich verhältnifsmäfsig für die folgenden Reihen des Ranges um so mehr steigern, je mehr ihr Wegeunterschied gegen den directen Ton hierbei abnimmt. Aufserdem bilden sich, wie im Parket, so auch hier Reflexe aus den Zuschauerreihen des Ranges selbst. Die Stimme des Darstellers ist in der Regel nach der Mitte des Zuschauerraumes gerichtet und dorthin am meisten wirksam. Die Seitenplätze und die letzten Reihen werden dafür durch die Reflexe der Seiten- und Rückwände entschädigt.

Wenn man nun erwägt, dafs die Reflexe vom Bühnenpodium und den Decken dem directen Tone an Stärke nicht allzusehr nachstehen, dafs alle anderen Reflexe mit der Entfernung an Zahl in einer Weise zunehmen, die ihre geringere Stärke fast ausgleicht, dafs aufserdem eine erheblich gröfsere Anzahl zweimal und mehrmal reflectirter Schallwellen über den Zuschauern im Parket wie im Range nach der Rückwand des Hauses hin sich bewegen, so wird man anzunehmen berechtigt sein, dafs die Summe dieser Wirkungen eine mehrfach gröfsere sein mufs als die Wirkung des directen Tones ohne Unterstützung durch die Reflexe. Auf freiem Felde ist ein deutlich und kräftig gesprochenes Wort auf 30 m verständlich. Auf 15 m ist die Stärke 4 mal gröfser, also wesentlich stärker, als durchaus nöthig. Ebenso ist im Theater der Eindruck des directen Tones allein, dem sich bereits Reflexe beimischen, auf 18 m Entfernung mehr als ausreichend zum völligen Verständnifs auch des leisesten Wortes. Die Reflexe, welche in diesem Falle mehr stören als nützen, kommen hierbei glücklicherweise wenig zur Geltung. Die Stärke des directen Tones auf der letzten Reihe des Ranges bei 46 m Entfernung würde sich zu der auf 18 m Entfernung von der Schallquelle verhalten wie $18^2 : 46^2 = 1 : 6{,}5$. Durch die Mitwirkung der Reflexe indessen wird nach den früheren Ausführungen und nach vielfachen Beobachtungen des Verfassers in ähnlichen Fällen die Gesamtstärke des Tones für die letzte Reihe des Ranges auf etwa zwei Drittel derjenigen anzunehmen sein, welche im Parket auf 18 m Entfernung vom Darsteller stattfindet. Da es einen praktisch brauchbaren Stärkemesser für den Schall bis jetzt nicht giebt, so ist man bei einer derartigen Beurtheilung auf den persönlichen Eindruck allein angewiesen. Als Beispiel mag aber erwähnt werden, dafs man auf der äufsersten Galerie des Opernhauses in Berlin ebenso gut hört als etwa auf der Mitte der 15. Bank im Parket. Und bei diesem Hause, dessen Abmessungen keine aufsergewöhnlichen sind, hatte man noch nicht nöthig gehabt, auf eine peinliche Ausnutzung aller für Reflexe nutzbaren Flächen auszugehen.

Es ist überhaupt eine auffällige Erscheinung, dafs man auf den Galerieen aller Theater besser hört, als auf den tiefer liegenden Plätzen, selbst wenn diese, wie es gewöhnlich der Fall ist, der Bühne wesentlich näher liegen. Es scheint, dafs aufser der grofsen Zahl der oben erläuterten Reflexe in dem keilförmigen Raume, welche durch die oberste Galerie und die Decke des Hauses gebildet wird, noch eine erhebliche Menge anderweitiger Tonwellen sich zusammendrängen und für die Sitzreihen dort ähnlich wirken, wie der mit dem weiten Rande eines Trichters aufgefangene Schall auf die kleine Oeffnung der Spitze. Hierzu kommt, dafs oben, wo der Ton empfangen wird, eine wärmere, dünnere Luft, auf der Bühne, von wo der Ton ausgeht, eine kältere, dichtere Luft vorhanden ist, ein Verhältnifs, welches bekanntlich für die Fortpflanzung des Tones günstig ist. Aufserdem hat die Ohrmuschel eine Form, welche zur Aufnahme von Schallwellen, die von unten aufsteigen, besonders vortheilhaft ist. Der äufsere Rand der Muschel (helix) ist in der oberen Hälfte besonders stark umgekrempt. Nach dem

Ohrläppchen zu verläuft die Krempe ganz. Der ursprünglichste Schallreflector ist immer der Erdboden gewesen und geblieben. Den schräg von unten kommenden Schallwellen entsprechend, mag sich die Ohrmuschel gebildet haben. Die Schwierigkeit, Tonstärken abzuschätzen, würde sich wesentlich vermindern, wenn die Fähigkeit zu hören nicht fortwährenden Schwankungen auch bei demselben Einzelwesen unterworfen wäre. Eine gleichmäfsig starke Tonquelle, z. B. eine Glocke, welche mit stets derselben Kraft angeschlagen wird, ist leicht zu beschaffen. Aber dieselbe Person hört diesen Glockenschlag heute deutlich auf 30 m Entfernung, nach einer Stunde kaum noch auf 28 m und morgen unter anscheinend ganz gleichen Verhältnissen wieder sehr gut auf 33 m. Die Tragweite ist immer von einer unbekannten Zahl von Zufälligkeiten abhängig. Es bleibt jedoch schliefslich bei den voraufgegangenen Entwicklungen gleichgültig, ob die dort angenommenen Stärken in der That vorhanden sind, oder ob uns über dieselben bis zu einem gewissen Grade die Fähigkeit des Ohres täuscht, sich auf gröfsere Entfernungen zum besseren Verständnifs schärfer einzurichten. Vor allem schien es nothwendig, den Einflufs der einfachen Reflexion durch ebene Flächen: Bühnenpodium, Zuschauerraumdecke usw. zu sondern von dem Einflufs der zerstreuten Reflexion durch Reliefs, Zuschauerreihen usw., und die wachsende Zahl der letzteren sowie den dadurch herbeigeführten Ausgleich des Stärkeverlustes bei gröfserer Entfernung gebührend hervorzuheben. Die Theorie stellt freilich der Auffassung, dafs die Reflexe den directen Ton erheblich unterstützen können, die Wirkung der Interferenzen entgegen: Eine Schallwelle durcheilt die Luft, indem sie dieselbe zuerst in gewisse Schwingungen versetzt und dann durch daraufolgende entgegengesetzte Bewegungen den normalen Zustand der Luft wieder herstellt. Um dies deutlicher zu machen, nennt man die erste Hälfte der Welle positiv oder die Verdichtung, die zweite Hälfte negativ oder die Verdünnung. Begegnen sich zwei Wellen von gleicher Länge, so summiren sich ihre Verdichtungen und Verdünnungen. Die Summe einer Verdichtung der einen und einer Verdünnung der anderen Welle wird, da letztere negativ in Rechnung tritt, gleich dem Unterschiede. Praktisch erwiesen ist dies durch die Nörrenbergsche Interferenzröhre, in welche zwei Schallwellen, von denen die eine einen um eine halbe Wellenlänge weiteren Weg zurücklegt als die andere, sich gegenseitig hierauf fast aufheben.

Um den Darsteller auf der Bühne und den Zuschauer, als die beiden Brennpunkte, kann man sich Ellipsen mit immer um eine halbe Wellenlänge wachsendem Wegeunterschiede beschrieben denken, deren erste Reflexe mit Wellenphasen ergiebt, welche sich mit den Wellenphasen des directen Tones decken, denselben also verstärken. Die Wirkung der Reflexe aus der einen Ellipse werden dann immer durch die Wirkung der Reflexe aus der folgenden Ellipse soweit aufgehoben werden, als die Stärke dieser zwei Wirkungen sich gleich ist. Bei regelmäfsiger Vertheilung der reflectirenden Flächen, z. B. in den Zuschauerreihen des Parkets, würde die Zahl derselben dem Umfange der Ellipsen, die Stärke dem Quadrat der Wege der Reflexe proportional sein. Die Umfänge der Ellipsen können (für unseren Zweck genau genug) den grofsen Achsen proportional gesetzt werden und die grofsen Achsen sind zugleich dabei den Wegen der Reflexe von der Schallquelle bis zum Zuhörer proportional. Die Zahl der reflectirenden Flächen nimmt also wie die grofsen Achsen zu, ihre Stärke wie die Quadrate desselben ab. Die Gesamtwirkung der Reflexe aus der zweiten Ellipse ist also schwächer als die aus der ersten. Es bleibt demnach trotz der Interferenz ein Ueberschufs der Wirkung der Reflexe aus jeder ersten Ellipse als Unterstützung des directen Tones übrig. Je nach Lage des Zuschauerplatzes bilden sich als Schnitte der betreffenden Ellipsoide derartige Ellipsen nicht nur in den Zuschauerreihen, sondern auch an den Proscenien, Seitenwänden, Rückwänden und an der Decke, soweit dieselbe mit Relief versehen ist. An dem ebenen Theile der Decke giebt es wie an dem Podium der Bühne immer nur einen Punkt, der den von der Bühne ausgehenden Ton nach dem Zuschauerplatz zurückwirft. Je mehr hierbei die Phasen des Reflexes mit denselben Phasen des directen Tones zusammenfallen, um so mehr wird der Reflex den directen Ton verstärken; je genauer die entgegengesetzten Phasen sich im Ohre des Zuschauers begegnen, um so vollkommener wird der Reflex dem directen Ton in seiner Stärke Abbruch thun. Im allgemeinen wird der Reflex also ebenso oft und ebenso viel nützen, wie er schadet, und wahrscheinlich von dieser theoretisch richtigen Erwägung aus räth Dove in seinem Gutachten von 1871 über die Akustik des Berliner Domes (Deutsche Bauzeitung 1871), Innenräume möglichst so zu gestalten, dafs sich in ihnen der Ton wie im Freien entwickeln könne, d. h. also doch wohl, alle Reflexe zu vernichten. Die Theorie geräth hier mit der Praxis in Widerspruch. Niemand kann bestreiten, dafs man thatsächlich in gröfseren Innenräumen, wenn nur schädlicher Nachhall beseitigt ist, wesentlich besser hört, als bei gleicher Entfernung auf freiem Felde. Dies ist durch den vorher erläuterten Ueberschufs der Reflexe bei wachsendem Wegeunterschied allein nicht zu erklären. Auch der dann betrachteten Theorie bezüglich der Reflexe ebener Flächen (Podium und Zuschauerraumdecke) stehen die Erfahrungen gegenüber, dafs die ebenen Wände und Podien in Concert- und Theatersälen jeden Ton durch ihre Reflexe (bei zulässigem Wegeunterschiede) erheblich unterstützen, dafs die Stimme des Kanzelredners durch den Schalldeckel entschieden an Kraft gewinnt usw. Theoretisch wäre der Aufwand von 20 bis 24 ersten Violinen in einem grofsen Orchester von ganz zweifelhaftem Erfolge. Die Instrumente haben von jedem Zuhörer verschiedene Entfernungen, ihre Tonwellen würden sich also im Unisono gegenseitig bald vervielfachen, bald nahezu vernichten, aus dem Gesamtausdruck ihre Stimme also geradezu ein Zerrbild machen: ein Mifserfolg, den bisher noch niemand hat beobachten können. Die bei der Nörrenbergschen Röhre und bei zwei neben einander befindlichen Orgelpfeifen oder Saiten beobachteten Interferenzen fanden bei sehr nahe aneinander liegenden Tonmittelpunkten, also fast parallelen Wellen statt, während die Reflexe von allen Seiten beim Zuhörer zusammenlaufen. Letzteres scheint die aufhebende Wirkung der Interferenzen sehr zu vermindern. Die Erfahrung zeigt überall, dafs den Interferenzen glücklicherweise bei weitem nicht die Wirkung beigemessen werden kann, welche sie nach der Theorie eigentlich haben müfsten. Den gröfsten Antheil an der Verstärkung des directen Tones durch die Reflexe mag vielleicht die Resonanz der den Schall zurückwerfenden Flächen haben, welche als Ursprung ganz selbständiger, neu entstehender Schallwellen zu betrachten ist. Wieviel dabei von der Schallstärke der Luft durch den Uebergang in die Wand- oder Deckenfläche verloren geht, ob dieser Verlust nicht mehrfach durch die kurz dauernde kräftige Resonanz dieser Flächen (besonders bei Holz) ersetzt wird — darüber würden vielfache sorg-

fältige Untersuchungen erst Aufschlufs bringen können. Dazu gehören mannigfache, kostspielige Vorrichtungen und eine besonders geeignete Oertlichkeit. Für derartige, noch nahezu gänzlich fehlende Ermittlungen müfsten die physicalischen Institute oder noch besser die technischen Lehranstalten in Anspruch genommen werden.

Akustik der antiken Theater.

Es ist überaus schwierig, sich über die Akustik der alten Theater eine sichere Ansicht zu schaffen. Die Ruinen derselben geben wenig Aufschlufs, zumal die vergänglichen Theile der Scene fehlen. Man braucht indessen vor dieser Akustik nicht wie vor einem unlösbaren Räthsel zurückzuweichen.

Der Durchmesser der antiken Theater überschritt nur in wenigen Ausnahmen (Milet, Megalopolis, Rom) das Mafs von 100 bis 120 m. Rechnet man hiervon noch die Breite des oberen Säulenumganges ab, so ergiebt sich für die äufserste Sitzreihe eine Entfernung von etwa 60 m bis zur Scene. Der Chor in der Orchestra aber war den Zuschauern noch wesentlich näher. Wenn der Chor seine Verse vortrug, konnte dies nicht gut anders als in langsam abgemessenem Rhythmus geschehen. Bei den Dithyramben waren 50, bei den Tragödien 12 bis 15, bei den Komödien 25 Choreuten thätig. Selbst 12 bis 15 Menschen können nur dann dem Publicum verständlich im Chore sprechen oder singen, wenn dies sehr tactgemäfs und langsam geschieht. Von der Länge des Klanges ist aber auch bis zu einem gewissen Grade seine Kraft abhängig (siehe oben). Diesem feierlichen Rhythmus des Chores wird der Vortrag des einzelnen Schauspielers sich haben unterordnen müssen, da er mit demselben abwechselte und wohl selten ohne Musikbegleitung blieb. Gilt dies für die Tragödie, so gilt es auch für die Komödie, welche eine Scherz- oder Spottnachdichtung der Tragödie war und deren doppelt so zahlreicher Chor noch weniger ein rascheres Tempo ausführen konnte.

Vielfach wird den antiken Masken eine verstärkende Wirkung auf den Ton zugeschrieben. Da wir nur Nachbildungen auf Vasen, Wandgemälden, geschnittenen Steinen und in Broncen haben, welche der Bildner oder Steinschneider mehr oder minder nach seinem Gefühl „stilisirt“ hat, die Masken selbst aber nicht erhalten sind, so läfst sich schwer darüber urtheilen. Bis auf Thespis, wecher Masken aus Leinwand gefertigt haben soll, beschränkten sich die Darsteller darauf, ihr Gesicht durch Weinhefe und Rufs unkenntlich zu machen. Die Sitte verbot, mit unverändertem Antlitz aufzutreten, wenn irgend eine andere Person darzustellen war. Dem Aeschylos wird dann die Vervollkommnung der Masken zugeschrieben. Auf den Nachbildungen ist nun ein Unterschied wahrzunehmen zwischen tragischen und komischen Masken einerseits und Satyrmasken andererseits. Letztere haben eine sehr viel weitere Mundöffnung und die Barthaare sind um diese Oeffnung herum in einer Weise geordnet, dafs ein sogenannter Schallbecher entsteht. Schallbecher heifst der äufserste, trichterförmige, weit sich öffnende Ansatz an Sprachrohren und Blasinstrumenten, dessen schallverstärkende Wirkung durch die Erfahrung bestätigt ist, obwohl eine günstige Brechung der Schallwellen durch ihn mathematisch nicht nachgewiesen werden kann. Ebensowenig ist dies mit der Brechung innerhalb des eigentlichen Sprachrohres gelungen und dennoch wird mittels eines solchen Instruments von 1,60 m Länge die menschliche Stimme bis auf 3000 m Entfernung verständlich. Wahrscheinlich geräth die ganze Luftsäule des Rohres in Schwingungen, wie die einer Orgelpfeife. Die Stimmbänder des menschlichen Kehlkopfes versetzen ebenfalls die Luftsäule in Kehle und Mund in Schwingungen. Eine Verstärkung der Stimme durch die Satyrmaske ist hiernach nicht unwahrscheinlich und entbehrte auch nicht des besonderen Anlasses. Der Vortrag der Satyrn fand wie ihr Tanz, die Sikinis, in rascherem Tempo statt. Bei diesem Tempo konnte den einzelnen Silben nicht mehr die erforderliche Stärke gegeben werden, und dies hat man vielleicht durch die eigenthümliche Formung der Maske auszugleichen gesucht.

Das bei dem feierlichen Rhythmus weithin tönende Organ des Schauspielers, die durch die Maske verstärkte Stimme des Satyrs wurde ferner noch unterstützt und deutlich gemacht durch das Gebärdenspiel. Der Tragöde spielte, da der Kothurn den Bewegungen der Füfse nicht sehr förderlich gewesen sein kann, vorzugsweise mit Kopf, Händen und Armen, die tanzenden und springenden Satyrn um so mehr mit den Füfsen, der Komödiant mit dem ganzen Körper (Geppert: Die altgriechische Bühne). Der Tanz und die Gebärdensprache spielten auf der antiken Bühne eine grofse Rolle, die bei den Griechen, welche auf schöne Formen und Anmuth der Bewegung so hohen Werth legten, sehr erklärlich war. „Xiphismos“ war ein Schwertertanz, der häufig in den Tragödien vorkam; die komischen Tänze brachten vielfach Erinnerungen an den uralten Phallosreigen, den Ursprung der Komödie, und die Satyrn begleiteten die schon erwähnte Sikinis mit Peitschenknall und Klappern, oder überschlugen sich in der „Kybistesis“ mit dem Körper in der Luft. Akrobatische Geschicklichkeit mufste auch dem tragischen Helden eigen sein, wenn er seine Rolle angemessen auf dem Kothurn darstellen wollte. Diese klassischen Stelzen erreichten nach Lucian eine Höhe bis zu zwei Fufs! Thespis, Phrynichos, Aeschylos waren Dichter, Schauspieler, Sänger und Tänzer in einer Person. Sophokles, der seiner schwachen Stimme wegen als Schauspieler nicht auftrat, spielte in seiner Thamyris die Zither, und in seiner Nausikaa „tanzte er mit vieler Anmuth“.

Auf der griechischen Scene wurde nach alledem dem Auge sehr viel geboten, und das Gebärdenspiel half mit, den Sinn der Worte selbst den äufsersten Reihen verständlich zu machen. Aufserdem aber geschah nichts, was nicht umständlich vorher angekündigt wurde. Weder der Chor, noch die Schauspieler treten auf oder ab, thun das geringste, wenn dies nicht ausführlich im voraus besprochen wird. Modernen Begriffen würde so etwas langweilig erscheinen und dem Schauspiele den Reiz der Ueberraschung rauben, für das antike Theater war diese überdeutliche Breite bei einer Zuhörerschaft von 6000 bis 8000 Menschen eine Nothwendigkeit, die ein erklärendes Licht gerade auf die Akustik dieser Räume wirft. Dazu kam, dafs nicht nur das Podium, sondern auch die nahe Schlufsdecoration und wahrscheinlich auch die Decke der Bühne die Kraft der Stimme des Schauspielers durch den Reflex vervielfachten. Nach Lohdes Untersuchungen war z. B. das schräge Dach über der Scene in Aspendos etwa 20 m vom Podium entfernt. Die eigentliche Decke mufste, da auf derselben ein Theil der Maschinerie Platz fand, noch tiefer liegen. Der dort gebrochene Schall kann also mit einem immer noch brauchbaren Wegeunterschiede gegen den ungebrochenen Ton zu den obersten Zuschauerreihen gekommen sein, und so bei dem langsamen Rhythmus eine Unter-

stützung der Klangwirkung herbeigeführt haben. Dafs die Griechen die Reflexe mit Bewufstsein zu benutzen verstanden, ist schon oben hervorgehoben worden. Endlich war die Anordnung der amphitheatralisch aufsteigenden Sitze und die daraus nach den früheren Erläuterungen sich ergebende grofse Zahl von Reflexen aus den Zuschauerreihen dem guten Hören besonders zuträglich. Auch das darüber ausgespannte Velum wirkte hierfür günstig.

Fassen wir alle diese Punkte zusammen, so kann man bei einem antiken Theater von 120 m Durchmesser wohl begreifen, dafs auch die äufsersten Plätze den weithin tönenden Vers verstanden, alles sehen und verfolgen konnten, was auf der Scene und Orchestra vorging, und selbst die Scherze der Satyrn begriffen. Bis zu welchem Mafse dies bei den Riesentheatern der Römer, deren Ehrgeiz nur durch grofse Mafse und Massen befriedigt werden konnte, noch zutraf, ist schwer zu beantworten. Die Schärfe des Gehörs wächst in wunderbarer Weise, wenn der Darsteller unser ganzes Interesse gefangen nimmt, wenn jene athemlose Stille herrscht, bei der man den „Fall einer Nadel hören“ könnte. Trotz alledem mufs man mit der Akustik der Theater — und nicht allein der römischen Riesentheater — unzufrieden gewesen sein. Schon Perikles baut ein Odeum in Athen, und diesem Beispiele folgen die andern Städte. Auch Rom erhält etwa 80 Jahre nach Vollendung des Marcellustheaters durch Domitian sein Odeum. Diese wesentlich kleineren Gebäude dienten den Wettkämpfen der Dichter, Sänger und Redner. Ihre geringeren Abmessungen, ihre Decke ermöglichten ein besseres Hören, sonst wären sie nicht in der Nähe der gröfseren Theater und später als dieselben errichtet worden. Die Mafse der Theater überschritten also augenscheinlich schon die Grenzen, welche der menschlichen Stimme nun einmal gesteckt sind.

Das Orchester.

Aus den Singspielen, welche im 16. Jahrhundert an den Höfen Italiens bei festlichen Gelegenheiten aufgeführt wurden, entstand auf der Wende zum 17. Jahrundert die eigentliche Oper. Claudio Monteverde darf mit seinem „dramma per musica“: „Orfeo“ 1607 als der erste angesehen werden, der in der Musik durch Dissonanzen und deren Lösung den Kampf der Leidenschaften darstellte und der durch ein freieres Recitativ, durch reichere Instrumentation, durch Decoration und Maschinerie wie durch Herbeiziehung des Ballets alle Elemente vereinte, aus denen heute noch die Oper besteht. Sein Orchester, welches übrigens hinter der Scene spielte, umfafste 21 Saiteninstrumente, 2 Organi da legno (Holzharmonika oder Strohfidel), 1 Harfe und 11 Blasinstrumente, also die achtbare Zahl von 35 Instrumenten.

Die Italiener behielten die Führung in der Opernmusik, bis Mitte vorigen Jahrhunderts Lully in Paris und Gluck, später Mozart, in Deutschland ihnen die Herrschaft streitig machten. Mozart hat seine Compositionen, die heute wie vor 100 Jahren jedes Herz erheben und entzücken, für eine mittelgrofse Zahl von Musikern geschrieben. Von ihm zu Meyerbeer und Richard Wagner ist ein grofser Schritt. Während früher 50 Instrumente schon eine stattliche Capelle bildeten, gehört heute in den hauptstädtischen Theatern zu einer grofsen Oper eine Zahl von über 100. Ob diese Massenhaftigkeit einen wirklichen Fortschritt bedeutet, ob die wahre Kunst nicht vielmehr diejenige ist, welche mit bescheidenen Mitteln zu wirken vermag, wie die Freunde der älteren Richtung behaupten, mag hier unerörtert bleiben.

Dafs der gewiesene Platz des Orchesters zwischen Bühne und Parket liegen mufs, damit Capellmeister, Sänger und Instrumente in nächstem Zusammenhange wirken können, ist selbstverständlich. Nur die Höhenlage des Orchesterfufsbodens ist streitig. Früher nur wenig gegen das Parket versenkt, soll dasselbe nach R. Wagners Vorschrift um 3 bis 4 m tiefer gelegt werden. Der Orchesterraum, Abb. 4 und 15, wird durch einen Kreisbogen an der Bühne, durch einen gleichen gegenüberliegenden am Parket und durch zwei schmale gerade Seiten begrenzt, welche die Zugänge enthalten. Wenn man die Tonwellen der einzelnen Instrumente auf ihrem Wege verfolgt, so ist leicht ersichtlich, dafs ein Senken des Orchesterfufsbodens aus der bisher gewöhnlichen Lage den directen Ton der Instrumente zuerst vom Parket, dann weiter auch von dem Range abschneidet.

Die Breite des Orchesters würde mit 3 m genügen, weil

1. dieses Mafs auskömmlich ist für vier Musiker nebeneinander, von denen zwei und zwei von demselben Notenpulte spielen,

2. eine gröfsere Ansammlung von Instrumenten in der Mitte es den Sängern auf der Bühne sehr erschweren würde, mit ihren Stimmen nach dem Publicum durchzudringen,

3. weil bei der Breite des Prosceniums alsdann bereits 80 Musiker Platz finden, eine Anzahl, welche schon mit grofsem Verständnifs dirigirt werden mufs, wenn ihr gegenüber die menschliche Stimme noch wirken soll.

Das zurückhaltende Begleiten des Gesanges — soweit die Composition dies zuläfst — hilft hierin viel, aber durchaus nicht gänzlich. Steht das Ohr der Zuschauer noch unter dem Eindruck der vollen Kraft des ganzen Orchesters, so klingen die folgenden ersten Tacte auch der mächtigsten menschlichen Stimme etwas unzulänglich, bis das Gehör sich wieder an zartere Töne gewöhnt hat.

Bei dem Festspielhause in Bayreuth hat R. Wagner den Orchesterfufsboden 4 m tiefer gelegt als die Vorderkante des Bühnenfufsbodens. Der Orchesterraum greift an den Seiten 2 m, in der Mitte 3 m unter die Bühne unter. Auf diese Weise können dort 100 bis 120 Musiker Platz finden. Da einer so starken Capelle gegenüber keine noch so kräftige Stimme zur Geltung kommen könnte, ist die Macht der Instrumente aufser durch die tiefe Lage noch dadurch wesentlich gebrochen worden, dafs innen am oberen Rande der Orchesterwände ein wagerechter Schirm ausgespannt ist. Dieser Schirm aus dünnen Holztafeln läfst nur in der Mitte über dem Orchesterraum eine schmale sichelförmige Oeffnung frei, welche eine gröfste Breite von etwa 3 m besitzt. Nach vielfachen Reflexen an den Orchesterwänden und jenem Schirme müssen die Tonwellen sämtlicher Instrumente sich durch jene Oeffnung, welche etwas Aehnlichkeit mit dem Schallloch im Resonanzboden eines Saiteninstruments hat, hindurchdrängen, um in den Zuschauerraum zu gelangen. Dieser Vorgang hat folgende Wirkungen:

1. die Kraft der Töne wird wesentlich abgedämpft,

2. die Vereinigung aller Stimmen zu einer harmonischen Gesamtwirkung ist vollkommener, als bei offenem und hochliegendem Orchester, aus welchem sich die einzelnen Instrumente oft in wenig wünschenswerther Weise dem Parket bemerkbar machen,

3. das verdeckte Orchester scheint den aus der Tiefe aufquellenden Tönen alles störende Geräusch: das Schluchzen und Klappern der Blasinstrumente, das Kratzen der Saiteninstrumente usw. genommen zu haben. Ohne die eigenartige Färbung der einzelnen Stimmen ganz aufzugeben, erklingt die Musik wie gereinigt von aller irdischen Tonschlacke. Dies sind unbestreitbare Vorzüge, welche besonders bei Wagners Tondichtungen, bei dem durch dieselben dargestellten Ringen der Stimmungen, Gefühle und Leidenschaften ans volle Licht treten, während die älteren Opern der Aufwendung von so viel Kraft und Raffinement nicht bedürfen.

Ob das neue Orchester, ob das alte, ist eine Geldfrage. Das verdeckte Orchester erfordert für die nahezu verdoppelte Zahl seiner Mitglieder auch immer die doppelten Geldmittel. Wo diese fehlen, wird man sich mit einem offenen Orchester begnügen müssen. In Abb. 15 ist versucht worden ein Orchester zu skizziren, welches beiden Richtungen zu dienen imstande ist. Die Instrumente sind zu zwei und zwei auf drei Stufen gruppirt. Die Schirme sind mit Gelenkbändern am oberen Rande der Orchesterwände befestigt. Sie können nach Bedarf aufgestellt oder hinuntergeklappt werden. Aus einzelnen Stücken in etwa 2 m Länge von dünnem Tannenbrett mit Leisten hergestellt, falzen sie abwechselnd über- und untereinander. Der Capellmeister kann von seinem erhöhten Sitze aus sowohl das Orchester wie auch die Bühne übersehen und mit den Darstellern auf letzterer in Verbindung bleiben. Mit dieser Einrichtung ist es ganz in das Belieben des Dirigenten gegeben, mit ganz offenem, mit theilweise oder ganz verdecktem Orchester, mit 60 bis 80 oder mit 120 Musikern, je nach den Erfordernissen der Composition, zu wirken. Nur an dem mittleren Theile des Bühenpodiums müssen die Schirmtheile gewöhnlich aufgestellt bleiben, um dort aufser als Schalldämpfer des Orchesters zugleich als Schallreflector der Stimme des Darstellers zu dienen.

Die Beleuchtung des Prosceniums, die sogenannte Unterrampe, ist an die Brüstung zwischen Orchester und Parket verlegt. Damit wird der für das Parket optisch wie akustisch nachtheilige Lichtschirm, der bisher auf der Vorderkante des Bühnenpodiums befestigt war, beseitigt. Vor der Vorhangslinie läuft in 0,80 m Höhe ein dünner Eisenstab entlang, um übereifrige Darsteller an den Rahmen des Bühnenbildes zu erinnern, den sie aus mehr als einer Rücksicht nicht überschreiten sollen.

Vielfach hat man Vorschläge und auch Versuche gemacht, Seitenwände und Fufsboden des Orchesters wie Resonanzböden auszubilden. Letzteren verdanken bekanntlich die Saiteninstrumente ihren starken, wohlklingenden Ton. Die Schwingungen der Violinsaiten, welche oben auf dem Sattel, in der Mitte auf dem Stege, unten durch den Saitenhalter mit dem Violinkörper fest verbunden sind, theilen sich unmittelbar dem ganzen Instrumente mit. Die Tonwellen durchdringen unter vielfachen Reflexionen Resonanzdecke, Boden, den ganzen Kasten und scheinen als abgerundeter Klang den Schalllöchern (*f*-Löchern) zu entströmen. Der Geigenbau, zu dessen Vervollkommnung die Amati und Stradivari Jahrhunderte gebrauchten, eine Kunst, welche erfordert, dafs z. B. Stimmstock und Steg nach mühseligen Versuchen auf der Goldwage für das Instrument einprobirt werden, würden durch die Gestaltung des Orchesters doch nur mit sehr zweifelhaftem Erfolge nachgeahmt werden können. Es fehlt vor allem der unmittelbare Zusammenhang zwischen den Instrumenten einerseits, dem Fufsboden und den Wänden des Orchesters andererseits, um letztere auch nur annähernd so mittönen zu lassen, wie die Schwingungen der Saiten alle Theile des Violinkastens. Man wird sich damit begnügen müssen, Boden und seitliche Begrenzungen des Orchesterraumes aus geradgewachsenem Tannenholz mit glatter Oberfläche, welche die Tonwellen möglichst vollkommen zurückwirft, als Doppelboden und Doppelwände zu construiren, zumal die modernen Orchester mehr als hinreichend das Bestreben zeigen, über das Mafs hinauszuwachsen, welches das wichtigste Moment der Oper: die Wirkung der menschlichen Stimme, jetzt schon zu erdrücken droht.

Anders als bei dem Orchester liegt diese Frage bezüglich des grofsen Zuschauerraumes. Die Erfahrung hat erwiesen, dafs die Resonanz desselben, d. h. der zulässige und wünschenswerthe Nachklang der Töne, um so kräftiger ist, je mehr die Oberflächen der Decken, Wände, Fufsböden, Brüstungen und Scheidungen aus Holz bestehen. Man darf annehmen, dafs diese Erscheinung auf der eigenthümlichen Resonanzfähigkeit des Holzes beruht. Nach den Versuchen von Henry, mitgetheilt von Haege in der Zeitschrift f. Bauwesen 1859, S. 585, dauern die Schwingungen einer angeschlagenen Stimmgabel, welche an einem Faden frei in der Luft hängt, mit schwachem Klange 252 Secunden. Setzte man die Gabel auf eine Marmorplatte von $^3/_4$ Zoll Dicke, so währten die Schwingungen 115 Sec., auf eine Ziegelsteinmauer 88 Sec., auf eine geputzte Lattenwand 18 Sec. Auf einer Holzplatte endlich hörten die Schwingungen bei anfangs sehr wesentlich verstärktem Klange bereits nach 10 Secunden ganz auf. Auf Kosten der Zeitdauer wurde also die Kraft des Tones erheblich vermehrt. Gerade diese Eigenschaft macht die Verwendung des Holzes für grofse Zuschauerräume sehr erwünscht, da für diese ein kräftiges, aber kurz dauerndes Nachklingen aus oben vielfach erörterten Gründen nur vortheilhaft sein kann.

Die Versuche von Wheatstone haben ergeben, dafs ein dünner Tannenstab, welcher mit seinem unteren Ende auf dem Resonanzboden eines Klaviers aufstand, durch mehrere Geschosse reichte und oben eine dünne Holzplatte trug, mittels letzterer alle Melodieen, welche auf dem Klavier gespielt wurden, oben deutlich hörbar machte. Alle diese und die vorhin erwähnten Erscheinungen erklären sich aus der Kraft und Schnelligkeit, mit welcher das Holz den Schall aufnimmt und fortpflanzt. Die Schallgeschwindigkeit ist bei tannenem Holze bis 18 mal gröfser, als diejenige in der Luft. Man darf nicht übersehen, dafs hierbei zwischen dem tönenden und dem resonirenden Körper stets eine unmittelbare Verbindung durch den Tannenstab stattfand. Die Uebertragung der Schwingungen der Stimme durch den Körper des Sängers auf den Fufsboden und die mit letzterem zusammenhängenden Constructionstheile des Zuschauerraumes erfolgt sehr viel weniger kräftig. Bei einer hinreichenden Zahl und Gröfse indessen derartiger freier oder mit Putz versehener Holzflächen und der sehr viel gröfseren Schallgeschwindigkeit in diesem Material kann sich nicht nur auch das schwächste Mitklingen zu einer beachtenswerthen Wirkung summiren, dem directen Tone vorauseilen und denselben einleiten, sondern diese Holzflächen treten nochmals in Thätigkeit, wenn sie die durch die Luft übertragenen Schallwellen reflectiren und dabei abermals mitklingen. Daher mag es kommen, dafs die Resonanz durch Holzflächen rund und doch kräftig bei

kurzer Dauer, also sehr günstig, bei massiven Flächen dagegen, wenn sie nicht durch Relief gebrochen sind, hart und gellend, also sehr leicht geradezu gefährlich wird.

Bei einem Theater von bedeutenden Abmessungen wird man sich diese akustischen Vortheile des Holzes nicht entgehen lassen können. Es wird sich empfehlen, das Bühnenpodium mit den Fufsböden, Brüstungen, Scheidungen und durch diese mit den Decken des Zuschauerraumes in mehrfache, möglichst unmittelbare Verbindung zu setzen. Hierzu bieten die wagerechten wie senkrechten architektonischen Gliederungen hinreichende Gelegenheit. Nach den Erfahrungen an älteren Theatern mit guter Akustik, bei denen ähnliche Anordnungen bewufst oder unbewufst getroffen worden sind, kann man auch bei Neubauten eine gute Wirkung davon erwarten. Hierzu kommt aber aufserdem, dafs für alles, was mit dem menschlichen Körper in unmittelbare Berührung tritt: Brüstungen, Fufsböden, Sitze, Scheidungen, Paneele usw., nur Holz allein den billigsten, behaglichsten, reinlichsten und schönsten Stoff darbietet. Massivconstructionen müfsten mit Stoffen bespannt werden, deren Beschaffung, Ergänzung und Reinigung jeder sorgsamen Verwaltung nahezu unerschwingliche Kosten, Umstände und Arbeit auferlegen würde. Schon die schmalen Plüschpolster auf den Brüstungen unserer Theater einigermafsen staubfrei zu erhalten, ist, wie jeder weifs, der damit zu thun gehabt hat, nur mit Mühe durchzuführen. Endlich brennen derartige Stoffe erst recht wie Zunder; sie sind hierin viel gefährlicher als Holz. Und Holz läfst sich durch einen Anstrich besser feuersicher imprägniren, als Stoffe, deren Farbe dies wohl selten vertragen würde. Da das Bühnenpodium stets mit Leichtigkeit zu erreichen ist und mit ganzen Wasserfluthen, welche bei seinem Gefälle nach dem Zuschauerraume stürzen, überschüttet werden kann, da ferner die Holztheile im Zuschauerraume, sollten sie dennoch in Brand gerathen, an den massiven Mauern, an den aus Eisen und Stein construirten Decken eine Begrenzung finden und unschwer zu löschen sind, so sind die Zuschauer bei einer hinreichenden Zahl Ausgänge, massiver Corridore, Treppen usw. in der That jeder Gefahr entzogen, ohne dafs es nöthig ist, das Holz grundsätzlich in so unüberlegt schablonenhafter Weise, wie dies heute vielfach vorgeschlagen wird, aus dem Theater gänzlich zu verbannen.

Anders stellt sich die Frage der Resonanz bei mittleren und kleinen Theatern. Es wird einer sehr eingehenden Untersuchung bedürfen, wie weit man die Resonanz begünstigen, wo man sie einschränken und wo möglichst ganz beseitigen mufs. Die meisten kleineren Theater leiden an zu viel Resonanz und an Reflexhäufungen, welche für das Publicum durchaus nicht angenehm sind.

Endlich scheint es nicht unangebracht, darauf aufmerksam zu machen, dafs zum guten Hören aufser der baulichen Anordnung eines Theaterraumes doch noch zwei ebenso wichtige Dinge erforderlich sind:

1. normales Gehör, rege Aufmerksamkeit und gutes Verständnifs des Zuschauers,

2. kraftvolles Organ und deutliche Aussprache des Darstellers, der genau den Raum zu behandeln und aufserdem die Aufmerksamkeit seiner Zuhörer zu fesseln verstehen mufs. Verse, deren Satzbildung sich mehr oder minder von der natürlichen Entwicklung der Prosa zu entfernen pflegt, sind hierbei besonders schwierig. Shakespearesche Dramen zeigen dies am deutlichsten. Wie viele Schauspieler können diese Verse wirklich befriedigend vortragen?! Der Architekt ist bei den häufigen Klagen über schlechte Akustik bei weitem nicht immer der eigentliche Sünder.

Schlufswort.

Weshalb die vorliegende Skizze so und nicht anders entworfen worden ist, findet sich überall ausführlich begründet. Aus den Einzelheiten, deren jede eng mit den anderen zusammenhängt, aus den Einrichtungen, deren jede Berücksichtigung verlangt, aber auch Rücksichten nehmen mufs, setzt sich das Ganze als Compromifs zusammen. Man könnte fragen, warum statt eines grofsen tiefen Ranges nicht deren eine gröfsere Zahl, etwa drei, von geringerer Tiefe übereinander, angeordnet und damit die Längenausdehnung des Hauses eingeschränkt worden sei. Die Mängel einer solchen Lösung kann man an den bestehenden Theatern beobachten. Drei Ränge übereinander würden eine erheblich gröfsere Höhe des Zuschauerraumes erfordern. Eine Ersparnifs an Baukosten könnte also bei gleicher Zahl der Sitze kaum erreicht werden. Dagegen würden die akustischen Wirkungen der Zuschauerraumdecke für den ersten und zweiten Rang sich verschlechtern, die Gänge des dritten Ranges sehr steil ausfallen und die Sicherheit bei der erhöhten Lage und der längeren Dauer des Weges bis zur Strafse würde nicht mehr so gut gewährleistet sein. Ebenso wenig wäre andererseits für die grofse Menschenzahl ein einziges Parket ohne Rang zu empfehlen. Die Längenausdehnung müfste erheblich wachsen, sodafs das gute Hören, besonders aber das befriedigende Sehen für die letzten 10 bis 12 Zuschauerreihen fraglich werden würde.

Die Vermittlung zwischen obigen Gegensätzen durch Anlage eines Ranges vermeidet die Nachtheile derselben, ist aber den anderen Lösungen dadurch überlegen, dafs sich bei ihr am besten eine ausreichende Anzahl von Corridoren und Nebenräumen wie von selbst ergiebt. Die oberste Sitzreihe liegt mit ihrem Fufsboden 18,90 m über Strafse, überschreitet demnach nicht das gewöhnliche Mafs.

Die financielle Frage mufs bei einem Theaterunternehmen von hoher Bedeutung sein. Das hier geplante Haus würde sich für die klassische Oper wie für das Schauspiel eignen. Für Berlin steht das Opernhaus, die kurze Sommeroper bei Kroll abgerechnet, ohne jeglichen Wettbewerb da. Wer nicht Tages zuvor sich ein Billet bestellt hat, kann bei guter Besetzung sicher sein, am Abend der Aufführung auch nicht den schlechtesten Seitenplatz mehr frei zu finden. Und dann die Preise! Es ist ein schlechter Trost, dafs diese in Wien und Paris noch viel theurer sind. Bei den 4250 Plätzen der Skizze würde es möglich sein, dieselben je nach Lage für Parket wie Rang mit 1 ℳ bis zu 2,50 ℳ zu verkaufen: für einen anständigen, bequemen Sitzplatz und eine gute Opernvorstellung ein sehr bescheidener Preis! Aufserdem könnten noch in jeder Woche einige Vorstellungen zu ermäfsigten Preisen von 0,50 ℳ bis 2 ℳ stattfinden und zu denselben Preisen auch Schauspiele aufgeführt werden. Da das Bedürfnifs dafür zweifellos vorhanden ist, müfste das Theater unter geschickter Verwaltung jeden Abend ausverkauft sein. Es soll aber nur ein Verkauf von $^2/_3$ bezw. $^3/_4$ der Plätze (bei ermäfsigten Preisen) in Anschlag gebracht werden; dies ergiebt rund 4500 ℳ für den Abend und für 300 Spieltage (bei zwei Monaten Ferien) 1350000 ℳ,

wozu noch für Pacht des Restaurants, der Büffets, der Kleiderablagen usw. etwa 100000 ℳ treten würden. Das sind 1450000 ℳ, und nach Abzug von 250000 ℳ Verzinsung und Amortisation des Baucapitals von 3000000 ℳ, für Gebäude- und Inventarunterhaltung bleiben 1200000 ℳ übrig, wofür ein tüchtiger Bühnenleiter ein grofses Orchester, gute Ausstattung und genügende Kräfte wohl beschaffen könnte. Vielleicht auch machen sich die Mitglieder unserer ersten Theater eine Ehre daraus, in derartigen volksthümlichen Vorstellungen mitzuwirken. In den festivaux nationaux auf dem Trocadero in Paris thun dies bekanntlich schon heute die Sänger der grofsen Oper wie auch die Schauspieler des Théâtre français.

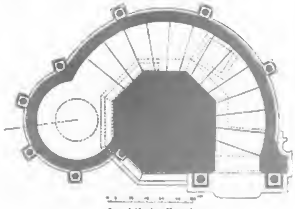
Endlich ist schon in der Einleitung hervorgehoben, dafs erforderlichenfalls die Mafse des Zuschauerraumes ohne Aufgabe seines Plangrundgedankens etwas gedehnt, die Zahl der Plätze auf 5000 erhöht und so die Einnahmen noch wesentlich günstiger gestaltet werden könnten. Vielleicht gelingt es dem Verfasser, auf diese hiermit vorläufig abgeschlossene Skizze die Aufmerksamkeit seiner Fachgenossen und aller derer zu lenken, welche sich für das Theaterwesen interessiren. Die Kritik wird dann die Lücken ergänzen und die Irrthümer berichtigen, von denen seine Arbeit frei zu glauben der Verfasser weit entfernt ist.

A. Sturmhoefel.

Die Kanzel der St. Moritzkirche in Halle a. d. Saale.

(Mit einer Zeichnung auf Blatt 59 im Atlas.)

Zu den auf den Atlasblättern 12 und 13 dieses Jahrganges gegebenen Einzelheiten der Renaissance aus Halle fügen wir auf Blatt 59 eine genaue Aufnahme der steinernen Kanzel der St. Moritzkirche, eines der reichsten und wohl des bedeutendsten Werkes architektonisch-bildnerischer Kunst, welches die späte und schon zum Barock hinneigende Renaissance in jener Stadt geschaffen hat. Wie die früheren Abbildungen sind auch der Stich und der diesem Texte beigedruckte Holzschnitt nach einer Aufnahme des Herrn Architekten H. Steffen gefertigt. Zu ihrer Erläuterung sei folgendes bemerkt:



Grundrifs der Kanzel.

Auf einem würfelförmigen, mit Schnörkelschildern und einem Löwenkopfe, dem Sinnbilde der Kraft, geschmückten Sockel erhebt sich in eigenthümlicher Verjüngung und Schwellung der mit merkwürdigen Verzierungen bedeckte Schaft des Kanzelfufses. Beschlagähnliches Schnörkelwerk umspinnt den feingespitzten Schaftkörper und nimmt da, wo es sich zu breiteren Flächen entwickelt, die in das Ornament verflochtenen und an dasselbe gefesselten Gestalten des Todes, des Teufels und der Sünde auf: das Gotteswort, welches von der Kanzel verkündet wird, schlägt das Böse in Banden und erhebt über dasselbe. Die Auffassung des Todes ist aus unserer Abbildung ersichtlich; es ist das der Ausdrucksweise der norddeutschen Kunst geläufige häfsliche Knochengerüst, dessen mahnende Bildersprache durch die hier und da angebrachte verzierende Zuthat nur noch verschärft wird. Den Teufel stellt ein häfsliches Menschenbild dar, die Sünde ist durch die Gestalt eines verführerischen Weibes verkörpert, dessen üppiger Leib statt in Beine in Schlangenwindungen endigt. Nach oben verbreitert sich der Schaft capitellartig in reicher, durch Polster und Einziehungen gebildeter Gliederung zur Aufnahme des Kanzelkörpers. Dieser zeigt eine dreiviertelkreisförmig mit fünf Ziersäulchen umstellte Brüstung. Ueberreich geschmückte Consolen und quaderbesetzte Sockel unterstützen die Säulen, und ähnliche Bildungen unterbrechen über ihnen das den Brüstungskörper abschliefsende, feingezeichnete Gesims. Die durch die Säulen abgetheilten Felder sind mit Darstellungen aus der Geschichte des neuen Testamentes gefüllt. Wir erblicken der Reihe nach die Verkündigung, die Geburt Christi, die Taufe im Jordan und die Auferstehung von den Todten. Vorbereitend und gewissermafsen zu diesen neutestamentlichen Vorgängen emporführend, haben an der in gleicher Weise eingetheilten Kanzeltreppenbrüstung Darstellungen aus dem alten Testamente Platz gefunden, welche die Erschaffung des Menschen und den Sündenfall schildern.

Die den Aufgang zur Kanzel abschliefsende, prächtige Pforte ist früher auf Blatt 13 dargestellt worden. Das Gerüst der mit schönen Füllungen geschmückten Thür bilden auf schlanken Sockeln zwei gegurtete korinthische Säulen, über deren eigenen Gebälkaufsätzen ein wiederholtes, durchlaufendes Gesims gelagert ist. Alles ist aufs reichste verziert und überragt von einem krönenden Aufsatze, welcher in einem Ringe freistehend die Halbfigur des segnenden Christus mit der Weltkugel in der linken Hand zeigt; um ihn her in kleinerem Mafsstabe gehaltene Bildnisse der vier Evangelisten und als Spitze ein wappenhaltendes weibliches Figürchen. Das Schnörkelwerk trägt verschiedene, vielleicht auf die Stifter der Kanzel bezügliche Buchstaben: S. T., A. K., P. E., Z. V., G. T., T. R., ebenso die Buchstaben Z. B., wohl die Anfangszeichen des Namens des Meisters, dem wir dieses vortreffliche Werk zu verdanken haben. Denn aus den Chroniken ist bekannt, dafs ein gewisser Zacharias Bogenkrantz im Jahre 1592 es fertiggestellt und „blos vor seine Arbeit, ohne das Geld, Bley, Eisen und Reisekosten 500 Thaler bekommen" hat. Ob die Kanzel, welche durchweg aus einem feinen, gelblich-grauen Sandstein besteht, bemalt und stellenweis vergoldet war, läfst sich mit Bestimmtheit nicht behaupten, mufs aber als sehr wahrscheinlich be-

zeichnet werden und scheint aus dem angeführten Wortlaute der Chronik zu folgen. Dadurch dafs der Grund der verschiedenen Ornamente gespitzt ist, heben sich diese um so klarer hervor. Jetzt ist leider durch speckigen Oelfarbenanstrich der Eindruck des Ganzen sehr geschädigt, indessen sind doch die Formen fast alle erhalten und legen Zeugnifs ab von dem glänzenden Talente des Meisters.

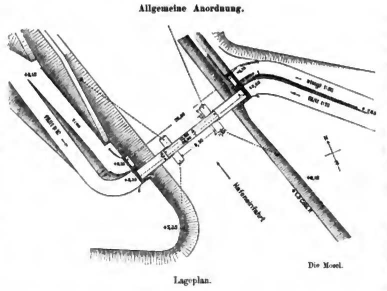
Ueber der Kanzel schwebt ein etwas später, im Jahre 1604, von dem Bildhauer Valentin Silbermann für 227 Thaler aus Holz gefertigter und „vom Kunstmaler Johann de Perre in Alabasterwirkung für 210 Thaler bemalter" Schalldeckel. Ueber einem durch consolenartige Agraffen getheilten Gesimskranze erhebt sich die flache Deckelwölbung, auf deren Unterfläche sich in bemaltem Relief die theilweis von Wolken bedeckte Sonnenscheibe zeigt. Jene Consolen schwingen sich über das Gesims empor und tragen sieben freistehende Figuren: in der Mitte Christus mit der Auferstehungsfahne, als Sieger über den Tod; links und rechts je drei Engelsgestalten mit den Sinnbildern des Märtyrerthums und des Todes am Kreuze. Ueber dem eigentlichen Deckel erhebt sich ein säulengetragener Baldachin und unter diesem ist als freigebildete Gruppe die Anbetung der Hirten dargestellt: Maria, das Kind in der Krippe vor sich, daneben Joseph, die Hirten mit Schafen, darüber freischwebende Engel. Die Haube des Baldachins ist in sehr freier, naturalistischer Weise als Oelberg mit dem Vorgange der Himmelfahrt Christi gebildet. Um den Berg herum, der Zahl der Baldachinsäulen entsprechend, stehen und sitzen acht Gestalten, Apostel und Frauen, aus deren Mitte die das Ganze krönende Christusfigur in Wolken emporschwebt. Die Kunstformen neigen, der um zwölf Jahre späteren Entstehungszeit des Schalldeckels entsprechend, noch mehr zum Barocken hin, als bei der Kanzel selbst. Das Figürliche tritt, wie aus der Schilderung ersichtlich, aus dem Rahmen des architektonischen Gerüstes heraus und überwuchert dieses, indem es die strengere Linienführung und den Constructionsgedanken mehr und mehr unterdrückt.

Schwimmende Fufsgängerbrücke über die Einfahrt zum Mosel-Sicherheitshafen bei Coblenz.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 60 im Atlas.)

Allgemeine Anordnung.

An Stelle einer abgängigen hölzernen Schiffbrücke, die den nicht unwesentlichen Fufsgänger-Verkehr über die Einfahrt zum Mosel-Sicherheitshafen bei Coblenz vermittelt und die zeitweilig auch zur Ueberführung von Treidelpferden und Handkarren dient, ist im Jahre 1887 die auf nebenstehendem Lageplane und durch die Zeichnungen auf Blatt 60 dargestellte schwimmende Fufsgängerbrücke ausgeführt. Danach überschreitet die Brücke den Hafenmund in rechtwinkliger Richtung. Die Entfernung zwischen den Auflagern der Uferpfeiler beträgt 26,80 m. Diese Länge ist bei dem Entwurf der Brücke in drei Theile zerlegt, sodafs aufser den beiden mit Klappbrücken überdeckten Landöffnungen von je 6,50 m Stützweite ein mittlerer Brückentheil mit wagerechter Fahrbahn von 13 m Länge sich ergiebt. Das Mittelstück der Brücke ruht, wie aus Abb. 1, 2, 3 u. 8 (Bl. 60) ersichtlich, auf zwei Trageschiffen, welche mit den beiden Längsträgern der Brückenbahn durch lothrechte ⊔ Eisen und Streben von Winkeleisen fest verbunden sind. Die lothrechten Stützen übertragen das Eigengewicht und die Verkehrslast der Brücke auf die gehörig ausgesteiften Trageschiffe und sind unterhalb der



Lageplan.

Fahrbahn durch einen lothrechten Kreuzverband aus Winkeleisen unter sich verstrebt. Die beweglichen Klappen (Abb. 1, 2, 3) ruhen an einem Ende, und zwar landseitig, mittels 20 cm hoher gufseiserner Rollen auf den Uferpfeilern auf, während das andere Ende vermittelst eines Lagers auf den wagerecht angeordneten stählernen Drehzapfen von 4,5 cm Stärke gelagert ist, welche letztere mittels eines Gufsstücks an den Längsträgern des mittleren Brückentheils befestigt sind (vergl. Abb. 8, 9 und 11). Die beiden Träger der Brückenklappen sind über vorstehende Drehzapfen noch um 1,2 m verlängert (Abb. 11) und tragen an dem überstehenden Ende behufs theilweiser Gewichtsausgleichung und Verminderung der Zugkraft ein Gegengewicht von je 500 kg. Die Klappen werden durch Winden, die an den lothrechten ⊔ Eisen befestigt sind, in die Höhe gezogen, sodafs sowohl die Brücke bei Eintritt von Hochwasser und Eisgang leicht in den nahen Hafen gebracht, als auch die Hafeneinfahrt, wenn Schiffe den Hafen aufsuchen oder verlassen wollen, schnell und mit wenigen Hülfskräften in ganzer Breite freigemacht werden kann. Für jede Klappe sind zwei Winden, und zwar ohne Trommel

mit verzahntem Kettenrad, vorgesehen, wie solche im Deutschen Bauhandbuch 1879, Band III S. 631 näher beschrieben sind. Zur Bedienung jeder Winde ist ein Arbeiter erforderlich.

Um die Brücke in ihrer Lage zu sichern, sind die beiden Trageschiffe (vergl. d. Lageplan) durch vier Ketten mit dem Ufer verankert und auch die beiden Klappen durch kurze Ketten (Abb. 1 und 3) mit den Auflagern verbunden.

Die Brücke einschliefslich der Trageschiffe ist mit Ausschlufs des eichenen Bohlenbelages ganz in Eisen hergestellt. Von der Anordnung gegliederter Systeme ist mit Rücksicht auf die sich alsdann ergebenden geringfügigen Abmessungen und zur Erzielung eines niedrigen Einheitspreises für die Eisenarbeiten Abstand genommen. Ausschliefslich sind Walzträger zur Verwendung gebracht.

Die gestellte Bedingung, dafs die Brücke für die Wasserstände von + 1,5 bis + 7,1 m am Coblenzer Pegel, d. h. für einen Wasserstandsunterschied von 5,6 m Höhe, benutzbar sein soll, führte, da den landseitigen Klappen mit Rücksicht auf den Verkehr durch Treidelpferde und Handkarren eine gröfsere Neigung als 1 : 4,5 nicht gegeben werden konnte, zu der Anordnung zweier Brückenanfahrten für hohe, bezw. niedrige Wasserstände. Wie aus den Abb. 1 bis 4 ersichtlich, soll das niedere Brückenauflager, dessen Deckplatten-Oberkante in Höhe von + 5,35 m angeordnet ist, für die Wasserstände von + 1,5 bis 4,3 m am Coblenzer Pegel dienen, während das hohe Auflager, dessen Mauerwerks-Oberkante in Höhe von + 8,15 m liegt, für die Wasserstände von + 4,3 bis + 7,1 m am Coblenzer Pegel bestimmt ist.

Bei Eintritt niedrigerer oder höherer Wasserstände als die vorerwähnten, und zwar für die in Betracht kommenden Wasserstände von + 0,79 bis + 7,6 m am Coblenzer Pegel, innerhalb welcher Wasserstandsgrenzen der Fufsgängerverkehr über den Hafenmund noch nicht unterbrochen sein darf, erhöht sich die Neigung der Klappen bis auf 1 : 3. Dies ist jedoch von keiner Bedeutung, da Fufsgänger das stärkere Gefälle bei der kurzen Länge der Brückenklappen leicht überwinden.

Die Unterkante der Brückenbahn liegt bei der gewöhnlichen Belastungsart 2 m über dem Wasserspiegel. Die Lichtweite zwischen den beiden Trageschiffen beträgt 8,5 m, sodafs kleinere Fahrzeuge den Hafen auch aufsuchen bezw. verlassen können, ohne dafs ein Ausfahren der Brücke erforderlich wird.

Brückenbahn.

Die Fahrbahn des mittleren Brückentheils bezw. der Klappen (Abb. 3, 5 und 6) besteht aus zwei in einem Abstande von + 1,8 bezw. 2,01 m angeordneten Hauptträgern aus [-Walzeisen von 30 bezw. 22 cm Höhe, welche in 1,83 bezw. 1,13 m Entfernung durch I Querträger von 10 cm Höhe ausgesteift und gegen Winddruck durch einen leichten wagerechten Verband aus Flacheisen von 45 · 6 mm Stärke, der an den unteren Flansch der Hauptträger angeschlossen ist, genügend gesichert sind (Abb. 10). Auf den Querträgern ruht eine eichene 15 cm breite und 5 cm starke Deckbohle, auf welcher die 12 cm breiten und 5 cm starken abgefasten und mit einem Zwischenraum von 1 cm verlegten eichenen Längsbohlen der Brückenbahn mittels verzinkter schmiedeeiserner Nägel befestigt sind.

Die Träger der Hauptbrücke mufsten, da man derartige schwere [-Eisen nur in Längen bis höchstens 9 m gewalzt erhält, gestofsen werden. Der Stofs ist verwechselt angeordnet (Abb. 1 und 2) und wie in Abb. 12 dargestellt ausgebildet. Die erforderlichen Zwischenräume in der Brückenbahn zwischen den Klappen und dem massiven Auflager bezw. der Hauptbrücke sind durch schmiedeeiserne Riffelbleche von 6 mm Stärke und entsprechender Breite überdeckt.

Trageschiffe.

Die beiden Trageschiffe (Abb. 3 und 7) haben mit Rücksicht auf billigere Beschaffung und leichtere Aussteifung zur Aufnahme des Eigengewichts und der Nutzlast der Brücke die Form geschlossener Kessel von 1,5 m Durchmesser und 7 m Länge erhalten. Dieselben sind im Inneren, und zwar an den Stellen, wo die Druckübertragung der Brückenbahn stattfindet (vergl. Abb. 8, Schnitt *ik*), durch zwei Querscheidewände in drei wasserdichte Abtheilungen zerlegt, letztere sind durch abgedichtete Mannlöcher von aufsen zugänglich. Zur Verankerung der Kessel mit dem Ufer sind an beiden Enden je ein Ring und Poller vorgesehen, und zwar letzterer zur Mehrung der Ketten bei hohen Wasserständen, wenn die in der abgepflasterten Uferböschung vorgesehenen Halteringe wegen Ueberfluthung nicht mehr zugänglich sind. Die Eisenstärke beträgt mit Rücksicht auf Rost und das unvermeidliche Anstofsen durch Schiffe bei den Seitenwandungen 4 mm und bei den Endstücken 6 mm.

Die Gröfsenverhältnisse der Kessel sind so gewählt, dafs die Eintauchungstiefe bei der gewöhnlichen Belastungsart der Brücke durch Eigengewicht und einzelne Fufsgänger 70 cm beträgt, sodafs die Kessel etwa bis zur Mitte eintauchen und eine ruhigere sichere Lage erreicht ist. Bei eintretender gröfster Belastung der Brücke durch Menschengedränge ist das Tragevermögen der Kessel wie aus der nachfolgenden statischen Berechnung hervorgeht, noch gerade ausreichend.

Uferpfeiler und Zuwege.

Das hohe und das niedere Brückenauflager (Abb. 1 bis 4) sind in einem gemeinschaftlichen Mauerkörper bis zur Höhe von + 2,5 m am Pegel hinabgeführt. Das Mauerwerk ist aus lagerhaften Grauwackenbruchsteinen in verlängertem Cementmörtel hergestellt. Für die Abdeckung und die Auflagersteine sind bearbeitete Werksteine aus Basaltlava gewählt, und zur Abpflasterung der steilen Uferböschungen im Anschlufs an die Pfeiler Basaltsäulen von durchschnittlich 40 cm Stärke verwendet.

Die Entfernung der Auflagermitten (Abb. 3 und 4) beträgt 3,5 m, sodafs das Verholen der Brücke aus der einen in die andere Lage leicht bewirkt werden kann. Die Uferpfeiler sind so angeordnet, dafs der Leinenzug an beiden Ufern der Hafeneinfahrt keine Beeinträchtigung erfährt.

Die Zuwege zur Brücke sind im Anschlufs an die vorhandene, am Fufse der Hafenumwallung sich hinziehende Wegeanlage, wie aus dem Lageplane ersichtlich, hergestellt.

Statische Berechnung.

a) Ermittlung der Belastung.

Da die Brücke lediglich dem Fufsgängerverkehr und nur in seltenen Fällen zur Ueberführung von Treidelpferden dient, auch auf Menschengedränge bei der ständigen Aufsicht nicht

zu rücksichtigen ist, so ist bei Berechnung der Hauptträger eine Nutzlast (q) = 280 kg für 1 qm Brückenbahn zu Grunde gelegt, während für die Berechnung der Zwischenträger und des Bohlenbelages aufser der vorstehenden gleichmäfsig vertheilten Belastung auch die durch Treidelpferde veranlafsten Einzellasten in Rechnung gezogen sind.

Eine Nutzlast $q = 280$ kg für 1 qm der Brückenbahn ergiebt für das Meter Langträger

$$q = \frac{280 \cdot 1,8}{2} = \text{rund } 250\,\text{kg},$$

während das Eigengewicht (p) für das Meter Langträger laut überschläglicher Berechnung $p = 100$ kg beträgt.

b) Berechnung der Brückenklappen.

Nach beistehender Abb. 1 berechnen sich die Auflagerdrucke in den Stützpunkten A bezw. B, wie folgt:

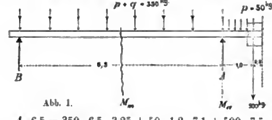


Abb. 1.

$$A \cdot 6,5 = 350 \cdot 6,5 \cdot 3,25 + 50 \cdot 1,2 \cdot 7,1 + 500 \cdot 7,5$$
$$A = 1780\,\text{kg}.$$
$$B \cdot 6,5 = 350 \cdot 6,5 \cdot 3,25 - 50 \cdot 1,2 \cdot 0,6 - 500 \cdot 1$$
$$B = 1055\,\text{kg}.$$

Die Angriffsmomente in der Mitte des Trägers $= M_m$ bezw. über dem Stützpunkte $A = M_a$ berechnen sich, wie folgt:

$$M_m = \frac{B \cdot 6,5}{2} - 350 \cdot 3,25 \cdot \frac{3,25}{2} = 158\,000\,\text{kg cm}.$$
$$M_a = 1,2 \cdot 50 \cdot 60 + 500 \cdot 100 \quad = \quad 53\,600\,\text{kg cm}.$$

Für den Querschnitt der Träger ist das Höchstmoment mit 158 000 kg cm mafsgebend, mithin mufs $M_m = K J/a = 158\,000$ kg cm sein. Unter Annahme einer zulässigen Beanspruchung $K = 1000$ kg für 1 qcm ergiebt sich für

$$W = J/a = 158.$$

N. P. Nr. 22 = 29,7 kg für das lfde Meter. $J/a = 248.$ Gewählt ist das nebenstehend dargestellte Walzeisen. Unter Berücksichtigung einer Verschwächung durch einen Niet von 16 mm Durchmesser ergiebt sich für

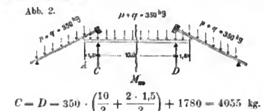
$$W = 248 - 64 = 184,$$

mithin eine Beanspruchung von rund 900 kg für 1 qcm.

c) Berechnung der Hauptbrücke.

Die gröfste Belastung der Trageschiffe tritt ein, wenn die Hauptbrücke und Rampen voll belastet sind, und zwar ist alsdann nach Abb. 2

Abb. 2.



$$C = D = 350 \cdot \left(\frac{10}{2} + \frac{2 \cdot 1,5}{2}\right) + 1780 = 4055\ \text{kg}.$$

Bei dieser Belastung werden indes nicht die gröfsten Momente in den Hauptträgern, sondern es wird vielmehr das Höchstmoment in der Mitte bei voller Belastung der Hauptbrücke und Nichtbelastung der Seitenrampen (Abb. 3) auftreten, während das Höchstmoment über den Stützen (C und D) bei freier Hauptbrücke und vollbelasteten Seitenrampen (Abb. 4) eintreten wird.

Diese Momente sind für die nachstehend dargestellten Belastungsfälle wie folgt:

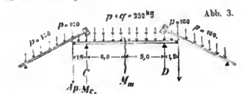


Abb. 3.

$$M_m = A_p(500 + 150) + 100 \cdot 1,5 \cdot 575 - C \cdot 500 + 350 \cdot 5 \cdot 250.$$

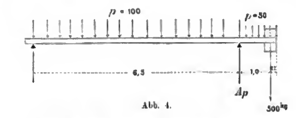


Abb. 4.

Hierin ist nach vorstehender Abbildung:

$$A_p = \frac{100 \cdot 6,5 \cdot 3,25 + 50 \cdot 1,2 \cdot 7,1 + 500 \cdot 7,5}{6,5} = 952\,\text{kg}$$

und $\quad C = 952 + 1,5 \cdot 100 + 5 \cdot 350 = 2852$ kg

demnach

$$M_m = 952 \cdot 650 + 100 \cdot 1,5 \cdot 575 + 350 \cdot 5 \cdot 250 - 2852 \cdot 500$$
$$M_m = 273\,450\ \text{kg cm},$$

ferner:

$$M_c = A_p \cdot 150 + 100 \cdot 1,5 \cdot 75 = 154\,050\ \text{kg cm},$$

während M_c für den nachstehend gezeichneten Belastungsfall ergiebt:

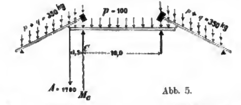


Abb. 5.

$$M_c = 1780 \cdot 150 + 350 \cdot 1,5 \cdot 75 = 306\,375\ \text{kg cm}.$$

Für die Wahl des Querschnitts ist demnach das letztgefundene Biegungsmoment mafsgebend und es ermittelt sich das Widerstandsmoment zu:

$$K \cdot J/a = 306\,375.$$

Unter Annahme einer zulässigen Beanspruchung $K = 1000$ kg für 1 qcm ergiebt sich $J/a = W = 306,4$.

N. P. Nr. 30 = 46,5 kg für das lfde Meter. $J/a = 534,4.$ Der nebenstehende Querschnitt hat unter Berücksichtigung einer Schwächung durch einen Niet von 16 mm Durchmesser ein Widerstandsmoment von:

$$535,4 - 2 \cdot 1,6 \cdot 30 = 439,$$

demnach wird im Hauptträger eine Beanspruchung von

$$\frac{306{,}4}{439} \cdot 1000 = \text{rund } 610 \text{ kg für 1 qcm}$$

auftreten.

d) Berechnung der Querträger.

Nach Abb. 6 kommt auf jeden Querträger eine gleichmäfsig vertheilte Belastung von

$$1{,}8 \cdot 1{,}83\ (p+q).$$

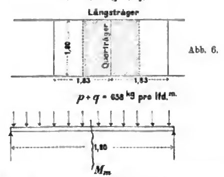


Abb. 6.

Unter Einsetzung der Werthe für $p = 80$ kg und $q = 280$ kg für 1 qm Brückenbahn ergiebt sich eine Belastung für das lfde Meter Querträger

$$1{,}83\,(80 + 280) = 685 \text{ kg, mithin}$$

$$M_m = \frac{658 \cdot 1{,}8^2 \cdot 100}{8} = 26649 \text{ kg cm.}$$

Unter Annahme einer Einzellast durch ein über dem Querträger stehendes Pferd ist nach Abb. 7

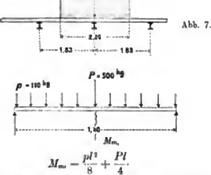


Abb. 7.

$$M_m = \frac{pl^2}{8} + \frac{Pl}{4}.$$

Werden die Werthe $p = 110$ kg für das Meter Querträger

$$P = \frac{600 \cdot 1{,}83}{2{,}2} = \text{rund } 500 \text{ kg und } l = 1{,}8$$

eingesetzt, so ergiebt sich

$$M_m = \left(\frac{110 \cdot 1{,}8^2}{8} + \frac{500 \cdot 1{,}8}{4}\right) \cdot 100 = 25580 \text{ kg cm.}$$

Für die Wahl des Querschnittes ist das Angriffsmoment $M_m = 26648$ kg cm mafsgebend, mithin mufs sein:

$$M_m = K \cdot {}^J\!/_a = 26649$$

$${}^J\!/_a = 26649.$$

N. P. Nr. 10 = 8,2 kg für das lfde Meter. ${}^J\!/_a = 34{,}4.$

Der nebenstehende Querschnitt mit dem Widerstandsmoment 34,4 genügt daher.

Der Bohlenbelag ist in ähnlicher Weise berechnet.

e) Berechnung der erforderlichen Zugkraft für das Anheben der Klappen und der Stärke der Windesäulen.

Nach Abb. 8 ist, wenn das Eigengewicht der Klappe für das lfde Meter Träger 90 kg beträgt:

$$x \cdot 430 = 90 \cdot 6{,}5 \cdot 325 = 500 \cdot 100 = 60 \cdot 1{,}2 \cdot 60,$$

mithin x (die lothrechte Zugkraft) $= 318$ kg.

Aus dem Parallelogramm der Kräfte entnommen, beträgt alsdann die Zugkraft z der Kette $z = 760$ kg.

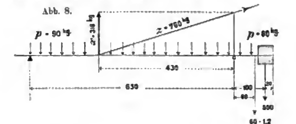


Abb. 8.

Das Biegungsmoment am Fufs der Säule beträgt nach Abb. 9:

$$M_m = 760 \cdot 300 = 228000 \text{ kg cm.}$$

$$K \cdot {}^J\!/_a = 228000$$

$${}^J\!/_a = 228.$$

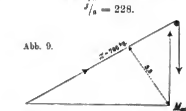


Abb. 9.

N. P. Nr. 22 = 29,7 kg für das lfde Meter. ${}^J\!/_a = 248.$

Der nebenstehende Querschnitt ist daher ausreichend. Die lothrechte Belastung der Windesäule beträgt 470 kg.

Nach nebenstehender Belastungsart beträgt die zulässige Belastung

$$P = \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{EJ}{l^2}.$$

Werden die Werthe:

J das Trägheitsmoment des Querschnitts $= 185{,}6$,
E der Elasticitätsmodul des Materials $= 2000000$,
l die Länge des Stabes $= 370$ eingesetzt, so ergiebt sich:

$$P = \frac{3{,}14^2}{4} \cdot \frac{2000000 \cdot 185{,}6}{370^2} = 4867.$$

Da nur 470 kg zu übertragen sind, so ist zehnfache Sicherheit vorhanden.

f) Berechnung der Rolle und des Drehzapfens der Brückenklappen.

α) Rollenzapfen.

Die gröfste Belastung beträgt nach früherem (vergl. b)

$$B = 1055 \text{ kg.}$$

Diese Last greift an einem Hebelsarm von 6 cm an, also beträgt das Moment:

$$M = 1055 \cdot 6 = 6330 \text{ kg cm.}$$

Der Durchmesser des Zapfens ist 4 cm, demnach dessen Widerstandsmoment:

$$W = \frac{\pi \cdot 4^3}{32} = 6{,}28,$$

mithin die gröfste Faserspannung

$$K = \frac{6330}{6,28} = \text{rund } 1000 \text{ kg.}$$

Diese Beanspruchung wird thatsächlich nicht erreicht werden, da bei guter Ausführung der Lagerung ein nur kleines Biegungsmoment im Zapfen auftritt und im wesentlichen nur eine Inanspruchnahme auf Abscheren eintritt.

β) Drehzapfen.

Die gröfste Belastung beträgt nach früherem (vergl. b)

$$A = 1780 \text{ kg.}$$

Diese Belastung tritt bei wagerecht liegender und voll belasteter Klappe auf. Bei aufgezogener Klappe kommt das ganze Eigengewicht auf den Zapfen:

$$100\,(6,5 + 0,3 + 1,2) + 500 \text{ (Gegengewicht)} + 10 \text{ (Rolle)} = 1310 \text{ kg.}$$

Dieses Gewicht ist demnach kleiner als obiges.

Die Last greift an einem Hebelsarm von rund 6 cm an, ruft demnach ein Biegungsmoment hervor von

$$1780 \cdot 6 = 10680 \text{ kg cm.}$$

Der Zapfen hat einen Durchmesser von 4,5 cm, das Widerstandsmoment ist demnach

$$W = \frac{\pi}{32} \cdot 4,5^3 = 8,946,$$

somit die gröfste Faserspannung

$$K = \frac{10680}{8,946} = 1200 \text{ kg.}$$

Diese Beanspruchung wird thatsächlich niemals stattfinden, da bei guter Ausführung der Lagerung nur ein kleines Biegungsmoment auftreten kann, während im wesentlichen eine Inanspruchnahme auf Abscheren stattfinden wird. Der abscherende Querschnitt beträgt

$$\frac{\pi \cdot 4,5^2}{4} = 15,9 \text{ qcm.}$$

Demnach ist die Beanspruchung nur

$$\frac{1780}{15,9} = \text{rund } 120 \text{ kg.}$$

Das Gufsstück, welches den Drehzapfen trägt, ist mit drei Schraubenbolzen an den Hauptträger angeschraubt. Der Gesamtquerschnitt dieser Schrauben von je 26 mm Durchmesser beträgt:

$$3 \cdot \frac{\pi \cdot 2^2}{4} = 3 \cdot 3,14 = 9,42,$$

demnach die Beanspruchung

$$\frac{1780}{9,42} = \text{rund } 200 \text{ kg.}$$

g) Berechnung der Trageschiffe.

Die gröfste Belastung der Trageschiffe tritt ein, wenn die Hauptbrücke und die Klappen voll belastet sind. Alsdann ist nach früherem (vergl. Berechnung c)

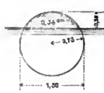
$$C = D = 2\left[1780 + \frac{350}{2}(10 + 2 \cdot 1,5)\right] = 8110 \text{ kg.}$$

Bei unbelasteter Brücke ist:

$$C = D = 2\left[952 + \frac{100}{2}(10 + 2 \cdot 1,5)\right] = 3204 \text{ kg.}$$

Das Gewicht eines Kessels von 7 m Länge, 1,5 m Durchmesser und 4 mm Wandstärke beträgt rund 1400 kg. Unter der gröfsten Belastung taucht ein Trageschiff um nachstehendes Mafs ein: $x \cdot 7 \cdot 1000 = 8110 + 1400 + 600$, worin 1000 kg das Gewicht eines Cubikmeters Wasser und 600 kg das Gewicht der Windevorrichtung, der Ankerketten, wie das Mehrgewicht des Bohlenbelages in nassem Zustande bedeuten.

Hieraus ist $x = 1,4$ qm.



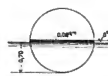
Der ganze Querschnitt eines Kessels beträgt: $\frac{\pi \cdot 1,5^2}{4} = 1,76$ qm. Demnach bleibt ein Kreisabschnitt unbenetzt von $1,76 - 1,4 = 0,36$ qm Querschnitt. Dieser Querschnitt entspricht einer Pfeilhöhe von rund 38 cm.

Unter der kleinsten Belastung taucht ein Kessel um folgendes Mafs ein:

$$x \cdot 7 \cdot 1000 = 3204 + 1400 + 600 + 400,$$

worin die Belastung der Brücke durch etwa sechs Arbeiter mit 400 kg in Rechnung gestellt ist.

Hieraus ist $x = 0,80$ qm.



Der halbe Querschnitt eines Kessels beträgt: $\frac{\pi \cdot 1,5^2}{2 \cdot 4} = 0,88$ qm. Demnach bleibt bis zur Kesselmitte ein Querschnitt unbenetzt von $0,88 - 0,80 = 0,08$ qm, welchem eine Höhe entspricht von $\frac{0,08}{1,5} = 5$ cm.

Beim Ausfahren der Brücke tritt zu obigem Gewicht infolge der gehobenen Klappen ein Gewicht von rund 500 kg, welches einer Einsenkung von 0,05 entspricht; in diesem Falle wird demnach der Kessel genau bis zur Mitte eintauchen.

Ausführungskosten.

Die Kosten der Brücke betragen:

1. für Herstellung der Pfeiler und der Rampenanlagen	8000 ℳ,
2. für sämtliche Eisentheile der Brücke nebst den Trageschiffen	3900 ℳ,
3. für den Bohlenbelag	510 ℳ
überhaupt	12410 ℳ

Coblenz, im Mai 1888. Kirch.

Neubau der Aue-Brücke in Zeitz.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 61 im Atlas.)

Die neue Aue-Brücke in Zeitz liegt im Zuge der Weifsenfels-Zeitz-Giebelrother Chaussee und überspannt die an der Nordseite der Stadt Zeitz vorbeifliefsende, nicht schiffbare Weifse Elster im ganzen Hochwasserprofil der Uebergangsstelle. Sie ist erbaut an Stelle zweier alten, schadhaft und unzulänglich gewordenen, dem Verkehr nicht mehr genügenden Brücken und zwar einer hölzernen Fluthbrücke von drei Oeffnungen mit zusammen 42 m Durchflufsweite am linken Elsterufer, welche der Provincial-Verwaltung gehörte, und einer im Anschlusse an diese Fluthbrücke über die Elster führenden alten, in Bruchstein gewölbten fiscalischen Brücke, welche im Jahre 1535 erbaut war und fünf Oeffnungen von zusammen 70 m Durchflufsweite hatte.

Die neue Brücke ist aus Quadern gewölbt, in acht Oeffnungen hergestellt, von denen drei von 15 m Spannweite den Stromschlauch, die übrigen, und zwar eine von 11,8 m, zwei von 13,2 m und zwei von 14,4 m Spannweite, beiderseits die Hochwasserrinne überspannen. Es bietet die neue Brücke also dieselbe Durchflufsweite wie die alte, nämlich 112 m. Für den Neubau waren zwei Baujahre vorgesehen. Anfangs Januar 1885 wurde mit dem Abbruch der alten Brücken begonnen, wobei das Niederlegen der massiven Strombrücke theilweise nicht unerhebliche Schwierigkeiten machte. Das alte Gewölbemauerwerk war durch Dübel und Klammern verbunden, welche das Lösen erschwerten. In unmittelbarer Nähe der Gebäude mufsten die Gewölbe durch Handarbeit, die, um Gefahren für die Arbeiter zu vermeiden, sehr behutsam ausgeführt werden mufste, niedergelegt werden. Sehr bedeutenden Arbeitsaufwand erforderte auch noch der Abbruch von Pfahlresten der wehrartigen Stauanlage unterhalb der alten Brücke, sowie der Gründungsmauerreste einer noch älteren Brücke, welche sich auf der Baustelle der Pfeiler für die neue Brücke vorfanden. Mit dem Neubau wurde am 1. Mai 1885 begonnen. In dem ersten Baujahre wurden die sämtlichen Pfeiler gegründet und bis zur Kämpferlinie hochgeführt. Ferner wurden die drei linksseitigen Gewölbe fertiggestellt. Im April 1886 wurde der Bau wieder aufgenommen und am 13. November 1886 konnte die Brücke dem Verkehr übergeben werden.

Für die Gründung der Pfeiler war im Entwurf Beton und Bruchsteinmauerwerk zwischen Spundwänden in Aussicht genommen. Bei der Ausführung stellte sich heraus, dafs für die Pfeiler der linksseitigen Fluthöffnungen die Grundmauern ohne Spundwände bei kräftig betriebener Wasserhaltung im Trockenen aus Bruchsteinen aufgeführt werden konnten. Für die Gründung der vier im alten Flufsbette aufzuführenden Pfeiler wurde die Anwendung von hölzernen Senkkasten als passend angesehen. Wegen des überall vorgefundenen sehr groben Geschiebes konnten dichtschliefsende Spundwände hier nicht bis zur genügenden Tiefe hinuntergebracht werden. Die getroffene Wahl der Gründung hat sich vorzüglich bewährt. Die Senkkasten sind bis auf die durchschnittlich 3,70 m unter Niedrigwasser streichende Sandsteinschicht hinabgeführt, konnten mit mäfsigen Anstrengungen wasserfrei gehalten werden und wurden mit Beton und Bruchsteinmauerwerk ausgefüllt. Der rechtsseitige Landpfeiler ist mit Hülfe einer gezogenen Streichwand auf Beton gegründet. Im Anschlage waren für das Ausheben der Baugruben, Umschliefsen derselben mit Spundwänden und Wasserhaltung während der Ausführung der Grundmauern rund 26000 ℳ ausgeworfen. Die Ausführung dieser Arbeiten in der oben beschriebenen Weise hat rund 12000 ℳ gekostet, mithin weniger als die Hälfte der Anschlagssumme.

Das aufgehende Mauerwerk ist in Sandsteinquadern mit Bruchsteinhintermauerung, Gewölbe und Stirnen ebenfalls in Quadern, das Geländer aus Sandsteindocken mit Sockel und Gesims aus gleichem Material hergestellt. Die Gewölbe sind Korbbögen aus drei Mittelpunkten, haben jedoch kreissegmentförmige Stirnbögen mit hinauf geschobenen Kämpfern erhalten. Es ist also die sogenannte Kuhhorn-Anordnung zur Anwendung gekommen. Die Abdeckung der Gewölbe besteht aus einer Lage Asphalt-Jute, darüber aus einer Ziegelflachschicht in Cementmörtel mit einer Cementgufsdecke. Die Abführung der etwa durch die Brückenbahn durchsickernden Tagewässer wird für je zwei Gewölbhälften durch ein an dem Kämpfer durch das Gewölbe geführtes gufseisernes Rohr bewirkt.

Die Brückenbahn hat eine Länge, einschliefslich der Anschlüsse zwischen den Flügelgeländern, von 145,40 m und eine Breite zwischen den beiderseitigen Geländern von 10 m. Von letzterer kommen 6 m auf die in Reihenpflaster hergestellte Fahrbahn und je 2 m auf die beiderseits angelegten, von der Fahrbahn durch Granit-Hochborde getrennten Fufswege. Letztere sind mit Mosaikpflaster versehen. Die Abwässerung der Brückenbahn geschieht, weil die Rinnen an den Hochborden nach der Brückenmitte hin ansteigen, durch das natürliche Gefälle ohne besondere Vorrichtungen. Die beiderseitigen Anfahrten der Brücke haben eine Neigung von 1 : 70 und sind, namentlich an der Stadtseite, gegen den früheren Zustand wesentlich verbessert.

Die Kosten des Neubaues der Brücke werden, da, wie schon eingangs erwähnt ist, die Fluthbrücke der Provinz, die Strombrücke dem Staat gehörte, von Provinz und Staat gemeinsam getragen, und es entfallen von den Kosten der Ausführung 62000 ℳ auf die Provinz, 154000 ℳ auf den Staat, zusammen 216000 ℳ. Der Gesamt-Kostenanschlag schliefst ab mit 232000 ℳ, sodafs eine Ersparnifs von 16000 ℳ sich ergiebt.

Von den Einzelpreisen der Ausführung mögen angeführt werden: 1 cbm Pfeilerquader anzuliefern 68 ℳ, 1 cbm Gewölbequader anzuliefern 39 ℳ, 1 cbm Pfeilermauerwerk aufzuführen 5,50 ℳ, 1 cbm Gewölbemauerwerk 7 ℳ.

Der Entwurf zu dem Neubau wurde nach den im Ministerium der öffentlichen Arbeiten angefertigten Skizzen von dem Kreis-Bauinspector Heidelberg und dem Regierungs-Baumeister Bergmann in Weifsenfels bearbeitet. Der Bau ist mit einigen geringfügigen Aenderungen durch den Regierungs-Baumeister Bohde unter Leitung des Kreis-Bauinspectors Heidelberg ausgeführt und unter dessen Nachfolger, Kreis-Bauinspector Boltz, beendigt.

Der Umbau der Schleusen im fürstlichen Park in Plefs.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 62 und 63 im Atlas.)

Die Psynka, ein Nebenflufs der Weichsel, soll von der Stadt Plefs ab bis zu ihrer Mündung auf genossenschaftlichem Wege verbessert werden. Unmittelbar oberhalb des Genossenschaftsgebietes durchfliefst sie den fürstlichen Park in Plefs und wird hier durch Anstauung und künstliche Erweiterungen ihres Bettes zur Bildung umfangreicher Teiche benutzt. Am unteren Ende dieser Parkteiche wird sie durch die Marstallschleuse angestaut und am oberen Ende derselben durch die Dampfmühlenschleuse abgeschlossen. Letztere Schleuse dient jedoch nicht zur Absperrung des von oberhalb zufliefsenden Hochwassers, sondern lediglich dazu, für die Speisung der Dampfkesselbrunnen in der nahe gelegenen fürstlichen Dampfmühle einen stetigen Aufstau von 0,203 m über dem Stauspiegel der Parkteiche zu halten.

Die Marstallschleuse ist vor ungefähr 30 Jahren ganz aus Holz erbaut worden. Die Weite von 12,4 m zwischen den Eckgriesständern war zur Anordnung von acht Stück 1,3 m weiten Schützen mit dazwischen liegenden festen Griesständern ausgenutzt. Die Schützen wurden an Ketten mittels Windetrommeln und Handspaken aufgezogen. — Die Dampfmühlenschleuse ist auf hölzernem Grundwerk mit steinernen Seitenmauern aufgebaut. Vier hölzerne, je 2,16 m breite Zugschützen waren zwischen zwei festen Eckgriesständern und drei mittleren Losständern angeordnet. Diese eichenen Losständer, welche am Fufs in eichene Langschwellen eingezapft waren, liefsen sich jedoch nur schwer handhaben und wurden deshalb in letzter Zeit niemals mehr ausgehoben. Beide Schleusen waren im Grundwerk bis auf die Belagsbohlen — die Dampfmühlenschleuse auch in den Seitenmauern — noch gut erhalten, dagegen in den der Luft ausgesetzten Hölzern vollständig verfallen und des Umbaues bedürftig. Es lag nahe, diesen Umbau so auszuführen, dafs die in Aussicht stehende genossenschaftliche Verbesserung der anschliefsenden unteren Flufsstrecke demnächst auch für die Parkteiche ausgenutzt werden könnte. Da der Entwurf für die genossenschaftliche Flufsstrecke auf der Grundlage ausgearbeitet ist, dafs die mittleren Sommerhochwassermengen mit 70 l von je 1 qkm im bordvollen Querschnitt abgeführt werden sollen, so wurde demgemäfs die Forderung gestellt, dafs durch die Parkschleusen von dem 220 qkm grofsen oberen Niederschlagsgebiet 15,4 cbm in der Secunde abfliefsen könnten. Diese Wassermenge soll durch die Marstallschleuse abfliefsen, ohne dafs der gewöhnliche Stauspiegel in den Parkteichen gehoben wird, da durch diese Hebung die Gräser an den Rändern der Teiche mit Schlamm überzogen werden und alsdann den Reiz der Parklandschaft beeinträchtigen. Oberhalb der Dampfmühlenschleuse kann dagegen das Hochwasser unbedenklich einen Aufstau von 0,5 m erzeugen, da die Psynka hier zwischen hohen Ufern eingedämmt ist und erst 2,4 km oberhalb als Vorfluthsammler für die angrenzenden Wiesen Verwendung findet.

Beim Bau der Marstallschleuse waren seiner Zeit erhebliche Schwierigkeiten und Verzögerungen dadurch aufgetreten, dafs die in den Triebsand (Kurzafka) des Untergrundes eingerammten Spundwände wechselsweise durch den Fall der Rammbären wieder aufgetrieben waren, und es erschien deshalb wünschenswerth, jetzt von der Herstellung neuer Spundwände behufs Vergröfserung der Lichtweite abzusehen. Bei der Dampfmühlenschleuse standen dieser Vergröfserung aufser dem guten Zustande der Seitenmauern noch andere örtliche Bedenken entgegen. Auch eine Tieferlegung der Fachbäume der beiden Schleusen behufs Vergröfserung der Durchlafsquerschnitte erschien nicht angezeigt. Es wurde deshalb nur eine Erneuerung des Grieswerks für beide Schleusen und eine Erneuerung der Seitenwände und der Brückenfahrbahn für die Marstallschleuse entworfen und die Vergröfserung der Durchflufsweiten lediglich durch Beseitigung der hölzernen Mittelgriesständer erreicht. — Die Ausführung steinerner Seitenmauern in der Marstallschleuse würde erhebliche Rammarbeiten erfordert haben, die, abgesehen von ihrer Kostspieligkeit, auch deshalb nicht angezeigt waren, weil die gesamten Arbeiten aus anderweitigen Gründen möglichst innerhalb 6 bis 8 Wochen beendigt werden sollten. Auch waren die Hölzer für die Seitenwände und die Fahrbahn bereits seit längerer Zeit geschnitten und auf Lager vorräthig.

Die lichte Weite der Dampfmühlenschleuse ist durch Anordnung von zwei eisernen drehbaren Losständern völlig frei gelegt, diejenige der Marstallschleuse durch einen einzigen festen Mittelgriesständer in zwei Theile von je 6 m Breite getheilt. Der Mittelgriesständer schien hier erforderlich, um die Enden des Fachbaumes von einem Theil des Gewichts des Grieswerks zu entlasten. Auch erschien es besser, die hölzerne Brückenfahrbahn, statt durch ein Hängewerk, durch eine stehende Mittelwand zu unterstützen, um dadurch die aufgeständerten Seitenwände zu entlasten.

Für die Marstallschleuse ergiebt sich hiernach unter Zugrundelegung der Dubuat'schen Formel

$$Q = (\mu_1\, h + \mu_2\, t)\, b \cdot \sqrt{2\,g h},$$

$\mu_1 = 0{,}42$ / $\mu_2 = 0{,}63$ nach Eytelwein, da das Unterwasser daselbst bei 15,4 cbm secundlicher Abflufsmenge nach anderweitigen Rechnungen höchstens den Stand + 243,50 NN. erreichen kann:

$$Q = (0{,}42 \cdot 0{,}10 + 0{,}63 \cdot 1{,}56)\; 12{,}0 \cdot 4{,}43\, \sqrt{0{,}10} = 17{,}2 \text{ cbm},$$

also um 1,8 cbm gröfser, als verlangt ist.

Für die 9,45 m weite Dampfmühlenschleuse ergiebt sich nach derselben Formel für 15,4 cbm Durchflufs ein Aufstau $h = 0{,}33$ m.

1. Die Marstallschleuse. (Bl. 62.)

Was die weitere Anordnung des Grieswerks betrifft, so ist von der Anwendung selbstthätiger rautenförmiger Klappen deshalb abgesehen, weil die Bedienung der Schleuse von einem unmittelbar daneben wohnhaften Wärter rechtzeitig erfolgen kann. Die Anordnung von drehbaren Losständern erschien wegen der tiefen Lage der Brückenfahrbahn hier nicht angezeigt, umsomehr, als die Ausrückvorrichtungen zum Aufschlagen der Losständer nach dem Unterwasser (Pretziener und Meininger Wehr) immerhin verwickelt sind. Die Losständer aber nach dem Oberwasser hin aufzuwinden, wäre zwar wegen der Eisverhältnisse unbedenklich gewesen, würde aber die Anbringung besonderer Ausleger oder Tragbalken für die Winden über dem Vorboden der Schleuse erfordert haben. Da auf ein möglichst leichtes Aussehen der Schleuse wegen ihrer Lage im Park Rücksicht zu nehmen war, so wurde hiervon Abstand genom-

men. Es ergab sich demnach die Anordnung von zwei Stück 6 m weiten Schützen. Eine Theilung derselben in der Höhe vorzunehmen, war nicht angezeigt, da alsdann erfahrungsmäfsig die unteren Hälften selten oder nie gezogen werden, im vorliegenden Falle aber Werth darauf gelegt werden mufs, dafs der in den weiten Teichbecken abgelagerte Schlamm bei Hochwasser aus der Teichsohle über den Fachbaum fortgespült wird. Demnach ergab sich eine Höhe der Schützen von 1,66 m. Die Herstellung der Schützen in solchen Abmessungen konnte natürlich nur in Eisen bewirkt werden. Ein Rahmen aus vier wagerechten Trägern und zwei senkrechten Endträgern mit Querversteifungen aus Flacheisen unterstützt die senkrechte Schützwand. Die vier wagerechten Träger sind in ihrer Höhenlage so vertheilt, dafs sie annähernd je ein Viertel des gesamten Wasserdruckes aufnehmen. Die Wahl der anzuwendenden Profile war dadurch beschränkt, dafs die Arbeit mit gröfster Beschleunigung ausgeführt werden sollte und die vorräthigen Profileisen für die gleichzeitig im oberschlesischen Hüttenbezirk in umfangreichem Mafse gelegentlich der Einführung der neuen Branntweinsteuer gefertigten Sammelbehälter verbraucht wurden. Der Abflufs des überlaufenden Wassers würde durch Schützenträger aus ⊓Eisen besser als durch solche aus I Eisen befördert werden. Im vorliegenden Falle ist der Abflufs bei den drei unteren Trägern durch Durchbohrung der Stege bewirkt, während der oberste Träger durch eine kieferne, in Talgstricke verlegte Bohle mit überspringender Wassernase abgedeckt ist. Der unterste Träger ist mit einer verschraubten Bohle ausgefuttert, um die Last des Schützes möglichst gleichmäfsig auf den Fachbaum zu vertheilen. Das Deckblech der Schützen ist 6 mm stark genommen und genügt erfahrungs- und rechnungsmäfsig (vergl. Franzius und Sonne Capitel VII. Stauwerke):

$$e = m \sqrt{0{,}3 \cdot \frac{d_1}{\varrho}};$$

für die unterste Blechtafel ist

$$m = 22{,}5 \text{ cm},$$
$$d_1 = 1{,}66 \text{ m},$$
$$\varrho = 700 \text{ k},$$
$$e = 22{,}5 \sqrt{0{,}3 \cdot \frac{1{,}66}{700}} = 0{,}6 \text{ cm} = 6 \text{ mm}.$$

Um den Wasserdruck auf dem Schütz statt durch gleitende besser durch rollende Reibung zu überwinden, laufen auf jedem Griesständer zwei gufsstählerne Rollen von 220 mm Rollen- und 50 mm Zapfendurchmesser.

Schwierig ist es, Rollenschützen gegen die Griesständer genügend abzudichten. Bezügliche Entwürfe sind erörtert in Hannov. Zeitschr. 1885, S. 105, im Centralblatt der Bauverw. 1885, S. 8 und 227.

Der Unterzeichnete hat die in der Abbildung auf Blatt 62 dargestellte Anordnung entworfen. Seitlich neben den Rollen, welche sich auf dem Flansch der Griesständer genau lothrecht bewegen, sind in die eichenen Futterhölzer Flachschienen keilförmig eingelassen, sodafs sie in 2 m Höhe über dem Fachbaum um 20 mm gegen die Unterkante am Fachbaum zurückspringen. Die lothrechten Endträger des Schützenrahmens sind ebenso keilförmig nach unten zulaufend hergestellt, indem von einem ⊓ Eisen der eine Flansch abgeschnitten, der Steg keilförmig bearbeitet und ein Winkeleisen wieder angenietet ist. Dadurch ist bewirkt, dafs das Schütz nur solange, als es auf dem Fachbaum aufsitzt, dicht schliefst. Sobald es aber an den Laufrollen auch nur ein wenig lothrecht angehoben wird, entsteht zwischen den beiden schräg geneigten Dichtungsflächen des Schützes und des Griesständers ein Spielraum, welcher die rollende Reibung der Laufrollen wirksam werden läfst. Da sich jedoch das Schütz durch den Wasserdruck immerhin etwas durchbiegt, so ist es schwierig, die Rollen so einzustellen, dafs sie allein den gesamten Wasserdruck aufnehmen, der Druck auf die Dichtungsflächen aber = 0 ist. Vielmehr werden sich die Dichtungsflächen entweder ein wenig von einander abheben und eine Fuge bilden, oder sie werden einen mehr oder weniger beträchtlichen Theil des Wasserdruckes aufnehmen und dadurch dem Anhub im ersten Augenblick eine gleitende Reibung entgegensetzen. Um dies zu verhindern, können die Rollen auf keilförmigen Gleitflächen soweit aus dem Schütz heraus oder in dasselbe hinein gedrückt werden, dafs die Dichtungsflächen sich genau berühren, ohne doch irgend welchen Druck und demgemäfs gleitende Reibung auf einander auszuüben. Das Schütz ist also als ein Träger auf vier Stützen (zwei Rollen und zwei Gleitflächen) anzusehen, dessen mittlere Stützen (die Rollen) soweit angehoben werden, dafs der Druck auf die Endstützen (die Gleitflächen) = 0 wird. Die Rollen hängen in Bügeln, welche mittels einer Schraubenspindel und Aufsatzschlüssel angehoben werden. Dadurch werden die Lager der Rollen auf den keilförmigen Gleitflächen in wagerechtem Sinne hinaus- oder hereingedrückt. Da es jedoch möglich ist, dafs das Schütz bei der Herstellung ein wenig windschief wird, so mufs von den vier Rollen desselben eine jede um ein anderes Mafs herausgedrückt werden können. Dies wird im vorliegenden Falle dadurch ermöglicht, dafs die Bügel der beiden, auf einem Griesständer laufenden Rollen mittels einer Stange mit Schraubengewinde verbunden sind. Durch Verlängerung oder Verkürzung dieser Verbindungsstange wird die Stellung der Rollenlager auf den Gleitflächen verändert und dadurch die untere Rolle mehr oder weniger als die obere herausgedrückt.

Diese Einstellung der Rollen mittels der Bügelverbindungsstange und der Schraubenspindel braucht nur einmal bei der ersten Aufstellung des Schützes zu erfolgen. Dennoch dürfte es sich für die Zukunft empfehlen, behufs Erleichterung dieser etwas umständlichen Arbeit die Bügelverbindungsstange fortzulassen und statt dessen jede Rolle ganz unabhängig für sich durch eine besondere Schraubenspindel heraus zu treiben, oder noch einfacher eine derartige Anordnung anzubringen, dafs das Herausdrücken der Rollen statt durch die Gleitflächen durch Doppelkeile unter den Rollenlagern bewirkt werden kann. Damit sich die Gleitflächen der Rollenlager nicht in wagerechter Richtung auf einander verschieben können, werden sie durch seitliche Backenstücke geführt.

Wenn für die Bewegung der Schützen Zahnstangen verwendet werden sollen, so müssen sie bei einem Anhub von 2,3 m durch Leitrollen über dem Windewerk geführt werden, um gegen ein gefährliches Federn gesichert zu sein. Zur Unterstützung dieser Leitrollen ist dann aber in beträchtlicher Höhe über dem Holm ein Führungsrahmen erforderlich, welcher der Schleuse ein schwerfälliges Aussehen giebt. (Vergl. Hannov. Zeitschr. 1883, Blatt 31.) Um dies zu vermeiden, sind im vorliegenden Falle für jedes Schütz zwei Ketten angewendet, die sich behufs Sicherung eines ganz gleichmäfsigen Anhubes um eine gemeinsame, mit Rillen versehene Windetrommel entgegengesetzt aufwickeln. In die eine der beiden Ketten ist

aufserdem zur wagerechten Einstellung des Schützes ein Schraubenschlofs eingeschaltet.

Die Ketten sind in solchem Abstand (3,60 m) von einander gelegt, dafs die drei gröfsten Angriffsmomente des freihängenden Schützes in der Mitte und an den beiden Aufhängepunkten einander gleich sind. (Balken mit überhängenden Enden auf zwei Stützen.)

Statt des gewöhnlich angewendeten Sperrrades mit Sperrklinke ist in die Windevorrichtung ein Schraubenrad mit Schnecke eingeschaltet, welches durch selbstthätige Bremsung ein Niedergehen der Last in jeder Höhenlage verhindert. Bei dem grofsen Gewicht des Schützes von 2000 kg ist diese Sicherheitsmafsregel geboten, obgleich durch die gleitende Reibung in der Schnecke sehr viel Kraft verloren geht.

Da natürlich zum Herablassen des Schützes eine ganz erheblich geringere Kraft erforderlich ist als zum Aufziehen desselben, so ist, um die ermüdende Arbeit an der wenig belasteten Handkurbel beim Niedergang zu ersparen, ein ausrückbares Vorgelege a dergestalt angeordnet, dafs das Anheben des Schützes mit Einschaltung des Vorgeleges a, das Niederlassen nach Ausrückung desselben erfolgt. Natürlich mufs die Schnecke auf dem Vorgelege b (und nicht auf a) angebracht werden, damit sie auch beim Niederlassen des Schützes die selbstthätige Bremsung bewirken kann.

Berechnung der Winde.

Gewicht eines Schützes . . . . 2000 kg

Wasserdruck auf ein Schütz $= 1{,}66 \frac{1{,}66}{2} \cdot 6{,}356 \cdot 1000$ $= 8750$ kg. Davon sind für den ersten Augenblick des Anhubes zur Sicherheit als gleitende (nicht rollende) Reibung angenommen 45 pCt. = rund . . 4000 kg

ganze Last 6000 kg.

Last hinter den festen Rollen am Umfang der Windetrommel

$$= \frac{6000}{0{,}96} = 6260 \text{ kg}.$$

(Bezüglich der Wirkungsgrade der einfachen Getriebe sind die Angaben des Bauhandbuchs, Capitel Hebevorrichtungen, zu Grunde gelegt.) Kraft am Umfang des grofsen Kegelrades

$$= \frac{1}{0{,}97} \cdot \frac{400}{898} \cdot 6260 = 2880 \text{ kg}.$$

Kraft am Umfang des grofsen Schneckenrades

$$= \frac{1}{0{,}92} \cdot \frac{300}{637} \cdot 2880 = 1480 \text{ kg}.$$

Kraft am Umfang des Zahnrades des Vorgeleges b

$$= \frac{\eta}{\eta_0} \cdot \frac{r}{R} Q = \frac{0{,}1}{0{,}4} \cdot \frac{65}{200} \cdot 1480 = 60 \text{ kg}.$$

Kraft an der Kurbel des Vorgeleges a

$$= \frac{52}{400} \cdot 60 = 15{,}6 \text{ kg}.$$

Kettenlast an der Windetrommel

$$= \frac{6260}{2} = 3130 \text{ kg}.$$

Stärke der Kette $\delta = 0{,}326 \sqrt{3130} = 18{,}2$ = rund 20 mm. Kegelrad und Kegelgetriebe sind aus Stahlgufs hergestellt.

Reauleaux Formel 204

$$b \cdot t = \frac{16{,}8 \cdot P}{\sigma},$$

$$125 \cdot 52 = \frac{16{,}8 \cdot 2880}{\sigma},$$

$\sigma = 7{,}45$ kg für 1 qmm (zulässig 10 bis 12,5 kg).

Schraubenrad und Schnecke sind behufs Verringerung der Abnutzung durch die gleitende Reibung aus bestem Holzkohleneisen von zähester Beschaffenheit hergestellt. Da die Schraube sich einarbeitet, so sind drei Zähne als belastet anzunehmen, und zwar der erste und dritte Gang zusammen mit $^1/_2\,P$, der mittlere allein auch mit $^1/_2\,P$. Unter dieser Annahme ist die Last $= \frac{1480}{2} = 740$ kg.

$$b \cdot t = \frac{16{,}8\,P}{\sigma},$$

$$75 \cdot 40 = \frac{16{,}8 \cdot 740}{\sigma},$$

$\sigma = 4{,}14$ kg für 1 qmm (zulässig 4,25 kg).

Die Einzelheiten der Winden gehen aus den Zeichnungen auf Blatt 62 hervor. Die hohl gegossenen hohen Lager der Windetrommel und Leitrollen werden durch schräge Stegplatten unter den Flanschen der [-Träger gegen Kippen gestützt. Ein Ausspringen der Zähne der beiden Kegelräder wird durch eine am Umfange des grofsen Kegelrades wirkende Prefsrolle verhindert. Auch ist der Auflagerquerträger des Kegelgetriebes gegen ein Abheben von den Hauptlängsträgern durch Bügelanker gesichert. Die Ausrückung der Vorgelegewelle a wird durch ein Ueberfallblech hinter dem Getrieberad festgestellt.

Um das Schütz mittels der Ketten genau lothrecht über dem Schwerpunkte fassen zu können, sind über den Bolzen der Tragbänder des Schützes neben der Kette eine Anzahl dünner Platten aufgeschoben, um mittels derselben den Angriffspunkt der Kette über dem Schwerpunkt verschieben zu können. Damit das Schütz, falls es einmal bei abgelassenem Oberwasser und schlaffen Aufhängeketten auf dem Fachbaum stehen sollte, nicht nach vorn überkippen und dadurch die Laufrollen von den Griesständern abheben und aussetzen kann, greifen eiserne Bügel von den wagerechten Schützträgern aus hinter die Flanschen der Griesständer (vergl. die Abbildungen).

Die eisernen Griesständer sind behufs dichten Anschlusses an die Seitenwände und die Mittelwand mit schweren eichenen Futterhölzern verbolzt und behufs Sicherung gegen Umkippen mit den Streben und Holmen der Seitenwände durch Zuganker verbunden. Empfehlen dürfte es sich für die Zukunft, behufs Erleichterung der Aufstellung des Grieswerks, auf dem Fachbaum eine durchgehende Grundplatte für die Schuhe der Griesständer anzuordnen. Im vorliegenden Falle wurden die drei Schuhe mittels eines Nivellir-Instrumentes in gleicher Höhenlage auf dem Fachbaum eingewogen.

Beanspruchung der Walzeisen.

1. Holm aus zwei]-Eisen $235 \times 90 \times 10$ mm,

G für ein Meter $= 2 \cdot 34{,}25 = 68{,}50$ kg,

W für ein]-Eisen $= 311$ für zwei]-Eisen $= 622$ (in cm.)

Das Gewicht einer vollständigen Winde mit allem Zubehör beträgt 1400 k; dasselbe soll in der Mitte des Holmes wirkend angesetzt werden.

An je einer Schützkette hängt im ungünstigsten Falle für den ersten Augenblick des Anhubes nach früherer Berechnung eine Last von höchstens 3000 kg. Das Eigengewicht des Holmes beträgt 0,685 kg für 1 cm Länge.

Das Angriffsmoment dieser drei Lasten auf die Mitte des 600 cm weit freitragenden Trägers beträgt:

$$M = (3000 + 700) \cdot 300 - 3000 \cdot 180 + \frac{0{,}685 \cdot 600^2}{2} = 600\,800 \text{ cm kg.}$$

Da das Widerstandsmoment des Holmes 622 (in cm) beträgt, so ist die gröfste Beanspruchung $= \frac{M}{W} = 965$ kg. Diese Beanspruchung ist zulässig, da sie nur unter den ungünstigsten Verhältnissen und nur für einen Augenblick eintreten kann. Die gröfste Durchbiegung des Holmes beim Anhub der Schützen ist zu 3 mm $= {}^1/_{2000}$ der Weite ermittelt.

Bemerkung: Es war wegen der Kürze der Zeit nicht möglich, für die Holme [Eisen von 12,6 m Länge zu beschaffen, welche, ohne Stofs über beide Schützöffnungen reichend, geringer beansprucht sein würden.

2. Griesständer. Gegen seitliches Durchbiegen sind dieselben durch die fest verbolzten und versteiften eichenen Futterhölzer genügend gesichert. Ein Durchbiegen derselben nach dem Oberwasser kann erfolgen, wenn im Augenblick des ersten Anhubes der Schützen einerseits die Laufrollen in wagerechter Richtung, andererseits das Gewicht der Schützen, der Winden und des Holmes in lothrechter Richtung angreift.

Wasserdruck auf ein Schütz nach früherer Rechnung	8750 kg,
Wasserdruck auf einen Griesständer	4375 kg,
davon auf die obere Rolle $^1/_3$ = ...	1460 kg,
davon auf die untere Rolle $^2/_3$ = ...	2915 kg,
Belastung einer Schützkette	3000 kg,
Belastung des halben Gewichts von Winde und Holm	850 kg.

Gröfstes Angriffsmoment der wagerechten Lasten

$= A \cdot 347 = 502 \cdot 347 =$ rund 175 000 cm kg,

I Träger $260 \times 106 \times 11$ mm,

$G = 44{,}5$ kg für 1 Meter ($F = 57$ qcm).

Gröfste Beanspruchung durch die wagerechten Lasten

$$= \frac{M}{W} = \frac{175000}{453} = 386 \text{ kg für 1 qcm.}$$

Gröfstes Angriffsmoment der lothrechten Lasten

$$= 3000 \cdot 22{,}5 + 850 \cdot 15{,}5 = 80\,700 \text{ cm kg.}$$

Gröfste Beanspruchung durch die lothrechten Lasten

$$= \frac{P}{F} + \frac{M}{W} = \frac{3850}{57} + \frac{80700}{453} = 246 \text{ kg für 1 qcm,}$$

also gesamte Beanspruchung

$$= 386 + 246 = 632 \text{ kg für 1 qcm.}$$

In Wirklichkeit wird diese Beanspruchung nicht erreicht werden, weil der Griesständer nicht durch die wagerechte Einzelkraft A in der Höhe des Holmes, sondern durch die 3 m hohen Seitenwände der Schleuse fast gleichmäfsig unterstützt wird.

3. Wagerechte Schützträger. Dieselben sind in ihrer Höhenlage so angeordnet, dafs sie annähernd je ein Viertel des gesamten Wasserdruckes aufnehmen. Letzterer beträgt für 1 cm Breite des Schützes 13,8 kg, also für je einen Träger 3,44 kg.

Gröfstes Angriffsmoment

$$= \frac{3{,}44 \cdot 635{,}6^2}{8} = 173\,000 \text{ kg cm,}$$

I Träger $200 = 100 \times 9$ mm,

$G = 29{,}5$ für 1 Meter,

$W = 239$ (in cm).

Gröfste Beanspruchung $= \frac{173000}{239} = 725$ kg für 1 qcm, abgesehen von der Verstärkung durch das Deckblech.

Kosten des Umbaues der Schleuse.

Dieselben stellen sich nach den Belägen der fürstlichen Central-Verwaltung folgendermafsen:

für zwei vollständig aufgestellte Winden mit allem Zubehör einschl. der Lager, 2782 kg schwer, zu 45 ₰ =	1251,68 ℳ,
6327 kg Schmiedeeisen des Grieswerks und der Schützen, zu 33,75 ₰ = ...	2135,36 ℳ,
503 kg Gufseisen desselben zu 26,60 ₰ = .	133,80 ℳ,
Tagelöhne für Hülfeleistung beim Aufstellen .	49,80 ℳ,
Schmiedearbeiten für das Grundwerk, die Seitenwände und die Fahrbahn der Schleuse . .	355,43 ℳ,
für Erdarbeiten und Wasserschöpfen in Tagelohn	817,50 ℳ,
für Zimmerarbeiten	708,86 ℳ,
Zimmermaterial, etwa 50 cbm, zu 35 ℳ . .	1750,00 ℳ,
dazu für drei eichene Futterhölzer der Griesständer und für die Holzfutter der Schützen .	230,00 ℳ,
Anstrich des Eisenwerks	95,00 ℳ,
Verschiedenes, Werg, Filz, Talg, Nägel usw.	108,40 ℳ,
Bauaufsicht	230,00 ℳ,
zusammen	7865,83 ℳ

2. Die Dampfmühlenschleuse. (Bl. 63.)

Auch bei dieser Schleuse ist von der Anwendung selbstthätiger rautenförmiger Klappen abgesehen, weil die Bedienung der Schleuse von einem unmittelbar daneben wohnenden Wärter stets rechtzeitig erfolgen kann. Dagegen erschien hier die Anordnung von drehbaren Losständern angezeigt, weil dieselben wegen der hohen Lage der Brückenfahrbahn hoch genug aufgezogen werden können. Da die Brücke oberhalb des Grieswerks der Schleuse liegt, so erfolgt das Aufziehen der Losständer nach dem Oberwasser hin wie an der Ocker-Schleuse bei Müden (Hannov. Zeitschr. 1883, Blatt 31). Dies ist hier mit Rücksicht auf den Eisgang unbedenklich, da das Anfeisen bei eintretendem Thauwetter stets rechtzeitig erfolgen kann. Die verwickelten Vorrichtungen zum Auslösen der Losständer nach dem Unterwasser (Pretziner und Meininger Wehr) konnten also bei der Dampfmühlenschleuse vermieden werden.

Da die Stauhöhe selbst nach Entleerung der unterhalb liegenden Parkteiche nur 1,03 m beträgt, so ist der Wasserdruck gering und die Ausführung von nur drei Stück je 3,17 m breiten Schützen aus gespundeten Eichenbohlen angängig. Dieselben würden rechnungsmäfsig (nach Franzius und Sonne, Cap. VII, Formel 18) 11,4 cm Stärke erhalten müssen, denn $e = \frac{l}{10}\sqrt{\frac{d}{2}} = \frac{158{,}5}{10}\sqrt{\frac{1{,}03}{2}} = 11{,}4$ cm. Da sie aber zur Beseitigung des Auftriebs mit wagerechten Flachschienen als Ballast beschlagen sind und da das Unterwasser aufserdem fast nie abgelassen wird, so schien eine Stärke von 9 cm genügend, welche an den Enden noch durch Abschrägung verringert wurde.

Das Schütz mufs einschliefslich Ballastschienen $3{,}17 \cdot 1{,}03 \cdot 0{,}09 \cdot 1000 =$ rund 300 kg wiegen, um gegen den Auftrieb gesichert zu sein. Der Wasserdruck beträgt

$$\frac{1{,}03 \cdot 1{,}03}{2} \cdot 3{,}17 \cdot 1000 = 1680 \text{ kg.}$$

Wird der Reibungswiderstand mit 50 pCt. des Wasserdrucks in Rechnung gebracht, so mufs die Schützwinde 300 + 840 = 1140 kg = rund 1200 kg heben können.

Last hinter den festen Rollen $= \frac{1200}{0,96} = 1250$ kg.

Kraft am Umfang des Schraubenrades

$$= \frac{1}{0,97} \cdot \frac{380}{635} \cdot 1250 = 770 \text{ kg}.$$

Kraft an der Handkurbel

$$= \frac{n}{\eta_t} \cdot \frac{r}{R} Q = \frac{0,1}{0,4} \cdot \frac{65}{400} \cdot 770 = 31,3 \text{ kg}.$$

Für gewöhnlich ist wegen des Gegendruckes des Unterwassers die Kraft eines Mannes vollständig ausreichend.

Kettenlast an der Windetrommel $= \frac{1250}{2} = 625$ kg.

Stärke der Kette $\delta = 0,326 \sqrt{625} = 8$ mm.

Da die Schraube sich einarbeitet, so ist der mittlere Gang der Schnecke nur mit $\frac{770}{2} = 385$ kg belastet.

$$b\,t = \frac{16,8\,P}{\sigma},$$

$$40 \cdot 80 = \frac{16,8 \cdot 385}{\sigma},$$

$$\sigma = 2,02 \text{ kg}.$$

Die Länge der Losständer beträgt 3,1 m und das Angriffsmoment des Wasserdruckes auf dieselben bei abgelassenem Unterwasser 1490 · 35 = 52200 cmkg.

I = 177 × 84 × 8 mm,
G = 22,8 k für 1 Meter,
W = 156 (in cm).

Gröfste Beanspruchung $\frac{M}{W} = 335$ kg auf 1 qcm.

Die Anwendung von schwächeren Walzeisen erschien mit Rücksicht auf etwaigen Eisstofs nicht angezeigt.

Da die halbe Flanschbreite mit 38 mm als Gleitfläche für die Schützen zu schmal erschien, so sind zu diesem Zweck an den Steg zwei Winkeleisen 59 × 59 × 8 mm stark seitlich angenietet. G = 7,2 kg für 1 Meter.

Das Gesamtgewicht eines Losständers einschliefslich des oberen Gelenkbandes beträgt rund 150 kg. Zur Befestigung des letzteren dienen ein I Träger, welcher die lothrechten, und ein ⊓Träger, welcher die wagerechten Lasten aufnehmen soll. Diese Zweitheilung ist erfolgt, um das Gelenkband bequem befestigen zu können. Der ⊓Träger dient aufserdem als Laufsteg für etwaige Nachbesserungen. Das Gelenkband wird an dem oberen I Träger mittels Hakenbolzen festgeschraubt.

Der ⊓Träger hat bei geschlossenen Schützen und abgelassenem Unterwasser von jedem Losständer einen wagerechten Druck von 190 kg aufzunehmen und das Angriffsmoment beträgt 190 · 315 = 60000 cmkg.

⊓ = 145 × 60 × 8 mm,
G = 16 kg für 1 Meter,
W = 87 (in cm).

Gröfste Beanspruchung $\frac{M}{W} = 690$ kg für 1 qcm.

Der I Träger hat dann gleichzeitig das Gewicht von zwei Losständern mit je 150 kg aufzunehmen und das Angriffsmoment beträgt 150 · 315 = 47200 cmkg.

I = 140 × 70 × 6 mm,
G = 14,3 kg für 1 Meter,
W = 82,7 (in cm).

Gröfste Beanspruchung $\frac{M}{W} = 5,72$ kg für 1 qcm.

In der vorstehenden Berechnung ist auf die Eigengewichte keine Rücksicht genommen. Da nämlich beide Träger durch die Gelenkbänder fest miteinander verbunden und aufserdem durch lothrechte und schräge Verbindungseisen an den Windenträgern aufgehängt sind, so genügen sie zweifellos für die wirkliche Belastung, wie dies auch die Erfahrung zeigt.

Für die Berechnung der oberen Windenträger ist angenommen, dafs sie auf 9,45 m Länge freitragen, obgleich sie nach Vorstehendem mit den Gelenkbandträgern zu einem Fachwerk verbunden sind.

Das Gewicht jeder Winde einschliefslich allen Zubehörs beträgt 421,5 kg. Dasselbe soll in der Mitte der Schützöffnungen angesetzt werden. An je einer Schützkette hängt im ungünstigsten Falle für den ersten Augenblick des Anhubes nach früherer Berechnung eine Last von höchstens 600 kg. Es ist jedoch nicht anzunehmen, dafs alle drei Schützen zu gleicher Zeit aufgezogen werden, sondern dafs die beiden seitlichen bereits aufgezogen sind und mit je 150 kg in ihren vier Ketten lasten, das mittlere Schütz aber im ersten Augenblick des Anhubes mit je 600 kg an seinen Ketten wirkt.

Das Eigengewicht der beiden ⊏ Träger (260 × 90 × 10 mm) beträgt je 37,8 kg für 1 Meter, also zusammen 0,756 kg für 1 cm Länge.

Das Angriffsmoment aller dieser Lasten auf die Trägermitte beträgt:

$$1532 \cdot 472,5 - 150\,(420 + 220) - 421,5 \cdot 320 - 600 \cdot 100 + \frac{0,756 \cdot 945^2}{8} = 432\,000 + 84300 = 516\,300 \text{ cmk}.$$

W eines Trägers = 373,6 (in cm),
W zweier Träger = 747,2 (in cm).

Gröfste Beanspruchung $\frac{M}{W} = 690$ kg für 1 qcm.

Die Abmessungen der beiden Eckgriesständer sind ohne weitere Berechnung gleich grofs mit denen der Windenträger angenommen.

Gemäfs dem ursprünglichen Entwurf sollte nur das Grieswerk der Schleuse erneuert, die vorhandene hölzerne Brücke aber vorläufig noch beibehalten werden. Nach Fertigstellung des Grieswerks wurde dann aber auch die Herstellung eines neuen Laufsteges beschlossen. Derselbe hat behufs Durchganges einer Feuerspritze 2 m Breite erhalten und ist für Menschengedränge mit 400 kg Belastung auf 1 qm berechnet. Demgemäfs sind I Träger 260 × 113 × 9,4 mm verwendet.

Zwischen den beiden oberen Brückenträgern sind die beiden Handwinden zum Aufziehen der Losständer angebracht.

Das Geländer an der Seite des Grieswerks ist zum Umlegen eingerichtet, um die hochgezogenen Schützen auf der Fahrbahn niederlegen zu können.

Alle weiteren Einzelheiten sind aus den Zeichnungen auf Blatt 63 ersichtlich.

Kosten des Umbaues der Schleuse.

Dieselben stellen sich nach den Belägen der fürstlichen Central-Verwaltung folgendermafsen:

für drei vollständig aufgestellte Schützwinden, mit allem Zubehör einschl. der Lager 1264,5 kg schwer zu 87,75 ₰ = 1109,60 ℳ,
2 Winden der Losständer 186,5 kg zu 87,75 ₰ = 163,65 ℳ,
2093 kg Schmiedeeisen des Grieswerks zu 42,60 ₰ = 891,62 ℳ,
214 kg Gufseisen zu 49,30 ₰ = ... 105,50 ℳ,
2061 kg Schmiede- und Gufseisen des Laufsteges zu 26,50 ₰ = ... 546,17 ℳ,
488,5 kg Schmiede- und Gufseisen des Geländers zu 65 ₰ = ... 317,53 ℳ,
für verschiedene Eisenarbeiten . . . . 26,33 ℳ,
Tagelöhne für Hülfe beim Aufstellen . . . . 29,70 ℳ,
Schmiedearbeiten für das Beschlagen der Schützen und sonstige Arbeiten . . . . 124,15 ℳ,
Maurerarbeit . . . . 134,70 ℳ,
Maurermaterial . . . . 148,50 ℳ,
Zimmerarbeit . . . . 63,60 ℳ,
Zimmermaterial . . . . 240,00 ℳ,
3901,05 ℳ,

Uebertrag 3901,05 ℳ,
Anstrich des Eisenwerks . . . . 70,25 ℳ,
Bauaufsicht . . . . 110,80 ℳ,
zusammen 4082,10 ℳ

Der Unterzeichnete hat die Entwürfe zu beiden Schleusen im Frühjahr 1887 aufserdienstlich ausgearbeitet einerseits in der Absicht, dadurch für die in Aussicht stehenden genossenschaftlichen Schleusenbauten Erfahrungen zu sammeln, andererseits in der Hoffnung, für einige andere seitens der fürstlichen Verwaltung geplante Schleusen-Umbauten in abgelegenen Waldrevieren demnächst die Anwendung von selbstthätigen rantenförmigen Schützen erreichen zu können.

Die gesamten Eisenarbeiten sind von der Eintrachthütte bei Schwientochlowitz geliefert, die Zimmerarbeiten von dem Zimmermeister Asser in Plefs ausgeführt. Im übrigen lag die Leitung der Umbauten, welche im August und September 1887 zur Ausführung gelangten, in den Händen des fürstlichen Schlofsgärtners Bohlecke. Danckwerts.

Die Beseitigung des Mühlenstaues und der Schiffahrtsschleuse im Pregel bei Grofs-Bubainen (Ostpreufsen).

(Mit Zeichnungen auf Blatt 64 bis 67 im Atlas.)

In dem Centralblatt der Bauverwaltung, Nr. 9 des Jahrgangs 1887, ist in einer kurzen Mittheilung darauf hingewiesen, dafs das im Pregel bei Grofs-Bubainen, 12 km unterhalb Insterburg liegende Wehr, durch welches der Pregel zum Betriebe der hier gelegenen Mühlenwerke angestaut wurde, nach Erwerb dieser Mühlenanlagen durch den preufsischen Staat im November 1886 beseitigt und die daneben liegende Schiffahrtsschleuse zugeschüttet worden ist, sodafs in Zukunft die Schiffe bis Insterburg hinaufkommen können, ohne eine Schleuse durchfahren zu müssen. Gleichzeitig ist dort eine ausführliche Beschreibung über die mit der Beseitigung des Staues verbundenen bemerkenswerthen Arbeiten und über die hierdurch veranlafsten Aenderungen im Strombette in Aussicht gestellt. Bevor nun diese Beschreibung hier nachstehend gegeben wird, dürfte zunächst für viele Fachmänner eine allgemeine Darstellung der bisherigen eigenthümlichen und höchst ungünstigen Wasser- und Vorfluth-Verhältnisse des oberen Pregels und seiner Zuflüsse, welche eine so ungewöhnliche Arbeit wie die Beseitigung eines im Mittel 2,5 m hohen Staues und einer seit Mitte des vorigen Jahrhunderts schon bestehenden Kammerschleuse in einem schiffbaren Flusse nöthig machten, gleichwie auch eine Mittheilung der zahlreichen zur Verbesserung der Verhältnisse schon seit mehr als 60 Jahren gemachten Vorschläge und aufgestellten Entwürfe von grofsem Werthe sein.

I. Beschreibung des oberen Pregels und seiner Zuflüsse, sowie deren Wasser- und Vorfluthverhältnisse.

Der Pregel wird, wie die Gewässerkarte der Provinzen Ost- und West-Preufsen auf Blatt 64 zeigt, durch den Zusammenflufs der beiden Flüsse Angerapp und Inster $1^1/_2$ km unterhalb der Stadt Insterburg im Regierungsbezirk Gumbinnen gebildet.

Die Angerapp ist der bedeutendere dieser beiden Flüsse. Dieselbe beginnt am Mauersee bei der Stadt Angerburg und bildet hier in einer Höhe von 117 m NN. den nördlichen Abflufs des weit verzweigten Wassernetzes der masurischen Seen. In ihrem etwa 153 km langen, durch die Kreise Angerburg, Darkehmen, Gumbinnen und Insterburg in zahllosen Krümmungen sich hinziehenden Laufe nimmt die Angerapp neben vielen kleineren Zuflüssen schon im Angerburger Kreise den aus dem Kreise Goldapp kommenden Goldapp-Flufs und in seinem unteren Theile, etwa 15 km oberhalb Insterburg, die aus dem Wystiter See ausgehende, den Kreis Stallupönen und Gumbinnen durchströmende Pissa mit der Rominte auf. Das Niederschlagsgebiet der Angerapp, deren Quellgewässer sämtlich auf preufsischem Gebiete liegen und von dem nordöstlichen Theile an der russischen Grenze sich hinziehenden Seeplatte — ein breiter und flacher, in der Mitte eingesunkener, nach allen Seiten von erhöhten Rändern umgebener Landrücken, in dessen Mulden zahlreiche, zum Theil sehr umfangreiche Seen sich vorfinden — zwischen Rastenburg und Pillkallen ausgehen, umfafst etwa 3700 qkm. Nach den bisherigen Ermittlungen, welche nur zum Theil auf ausgeführten Wassergeschwindigkeits-Messungen beruhen, können die von der Angerapp bei den verschiedenen Wasserständen abgeführten Wassermassen angenommen werden:

1. für das unbedingt niedrigste Sommerwasser auf $5^1/_2$ cbm,
2. für das durchschnittlich niedrigste Sommerwasser auf 13 cbm,
3. für Sommermittelwasser auf 21 cbm,
4. für das höchste Sommerwasser auf 162 cbm,
5. für das gröfste Frühjahrshochwasser auf rund 390 cbm.

Wie bereits erwähnt, führt die Angerapp die Wassermassen aus dem masurischen Seebecken, namentlich dem Mauer- und Löwentin-See ab. Diese ausgedehnten Seen wirken natürlich regelnd auf die abfliefsenden Wassermassen ein und dies geschieht um so mehr, weil am Ausflusse der Angerapp aus dem Mauersee bei der Stadt Angerburg das Wasser zum Betriebe

einer staatlichen Mühle und zur Versorgung der Stadt mit Wasser benutzt und durch vorhandene Stauschleusen auf einer bestimmten Höhe erhalten wird. Diesem regelnden Einflusse der Seen ist auch zuzuschreiben, dafs das Verhältnifs zwischen den von der Angerapp abgeführten mittleren, kleinsten und gröfsten Wassermassen geringer ist, als bei anderen ähnlichen ostpreufsischen Flüssen mit gleich bergigem Zuflufsgebiet.

Das Gesamtgefälle der Angerapp vom Ausflusse aus dem Mauersee bis zur Vereinigung mit der Inster beträgt rund 108 m, oder etwa 0,7 m auf ein Kilometer Flufslauf. Von diesem Gefälle kommen etwa 50 m auf die obere 75 km lange Flufsstrecke von Angerburg bis unterhalb Darkehmen, von denen 0,70 + 2,70 = 3,40 m von dem Mühlenstau bei Angerburg bezw. bei Darkehmen aufgehoben werden. Aber auch das übrig bleibende Gefälle von 50 — 3,4 = 46,6 m vertheilt sich auf der genannten Flufsstrecke sehr ungleichmäfsig, da an vielen Stellen noch ausgedehnte Steinriffe das Flufsthal durchziehen, die eine weitere Austiefung des Flufsbettes und eine Ausgleichung des Gefälles verhindern.

Bei dieser ungleichen Vertheilung des Gefälles hat die Angerapp oberhalb Darkehmen nur streckenweise eine reifsende Strömung mit tief in das Land eingeschnittenem Flufsbette. Zwischenliegend durchzieht dieselbe meist in trägem Laufe und in zahllosen scharfen Krümmungen bei ungenügendem Hochwasserquerschnitt viele schöne ausgedehnte Wiesenthäler, die regelmäfsig von Frühjahrshochwasser überströmt, aber auch nicht selten zur Sommerzeit nach länger anhaltendem Regen und selbst nach einigen stärkeren Gewittern mehr oder weniger unter Wasser gesetzt werden, wobei häufig die ganze Heuernte vernichtet wird. Da überdies hier auch nicht unbedeutende Wiesenflächen an gänzlicher Versumpfung leiden, so ist schon vor langer Zeit eine Verbesserung dieser Bodenlage, sowie auch eine Regelung der unteren Goldapp für nöthig erkannt und wiederholt geplant worden, aber wegen der unverhältnifsmäfsig grofsen Kosten bis jetzt nicht zur Ausführung gekommen. Auf der unteren etwa 78 km langen Flufsstrecke von Darkehmen abwärts bis unterhalb Insterburg fliefst die Angerapp mit ziemlich gleichmäfsigem Gefälle in einem meist engen tiefen Flufsbette, sodafs hier nur verhältnifsmäfsig geringe Wiesen und Ackerflächen an unzeitiger Ueberfluthung zu leiden haben.

Die **Inster** entspringt im Kreise Pillkallen 15 km nordöstlich von der Kreisstadt gleichen Namens in einer Höhe von etwa 50 m NN. Dieselbe geht nach Aufnahme einiger kleineren Zuflüsse zunächst durch die ausgedehnte Königliche Forst, die grofse Schorellener Plinis genannt, von hier weiter mit starkem Gefälle in einem scharf begrenzten, tief eingeschnittenen Bette auf etwa 40 km Länge in westlicher Richtung, ziemlich gleichlaufend mit dem von Schirwindt kommenden Szeszuppe-Flufs. Bei dem Dorfe Staticken tritt die Inster in einer Höhe von 15,2 m NN. in ein Wiesenthal, welches 10 km nördlich von diesem Dorfe und etwa 5 km von der in den Memelstrom mündenden Szeszuppe beginnt und sich anfangs in südlicher, später in südwestlicher Richtung bis in die Nähe von Insterburg erstreckt. Die ganze Länge dieses Thales von der Wasserscheide abwärts beträgt etwa 44 km, vom Eintritt der Inster an 34 km, während deren gegenwärtiger Flufslauf durch dieses Thal bei den zahlreichen Schlangenwindungen ungefähr 60 km lang ist, auf welche bei Mittelwasser nur ein Gesamtgefälle von 6,7 m oder ein mittleres Gefälle von rund 1 : 8,800 kommt. Durch dieses Wiesenthal soll vor Urzeiten, als der oberhalb Ragnit quer zum heutigen Memelstrom von Ober-Eifseln nach Willkischken sich hinziehende Bergrücken von der Memel noch nicht durchbrochen war und hier noch den Jurasee anstaute, das Wasser aus diesem See abgeflossen und durch das heutige Pregelthal dem frischen Haff zugeströmt sein. Das auf Blatt 66/67 gegebene Längenprofil von dem Szeszuppeflufs durch das Inster- und Pregel-Thal bis Siemohnen, sowie die ganze Gestaltung dieses Thales lassen diese Annahme keineswegs unwahrscheinlich erscheinen.

Das zwischen 1000 bis 2000 m breite muldenförmige Thal mit seinen regelmäfsigen, flach ansteigenden Seiteneinfassungen und mit nur geringem, von der Wasserscheide nach unten verhältnifsmäfsig immer mehr abnehmenden Thalgefälle entspricht nach Form, Bildung und Schichtung noch immer einem regelrechten Flufsbette von riesigen Abmessungen, in welchem die heutige Inster für gewöhnlich in unzähligen Windungen ziemlich unmerklich hindurchschleicht, bei jedem Hochwasser sich aber meist zu einem grofsen Flusse, oder besser See, ausbreitet. Die Inster nimmt in ihrem etwa 115 km langen Laufe zahlreiche, bei trockener Jahreszeit meist unbedeutende, nach starkem oder anhaltendem Regen aber sehr wasserreiche Nebenflüsse auf, von denen die gröfseren fast alle von der linken Seite derselben zufliefsen. Besonders erwähnungswerth sind: die Buduppe, die Ackmenis und die Eumenis, die grofse und kleine Niebudies, der Pallack- und Strius-Flufs. Diese Nebenflüsse, welche bei ziemlich bedeutendem Gefälle eine Menge Sinkstoffe dem Insterthale zuführen und mit den abgesetzten Schlickmassen wesentlich zu dessen Fruchtbarkeit beitragen, haben an ihren Mündungen meist mit abgelagerten Geröll- und Steinmassen die Thalsohle gehoben, weshalb an solchen Stellen die Inster entweder etwas tiefer in das Erdreich eingeschnitten oder das Flufsgefälle mehr zusammengehalten ist. Dies zeigt sich besonders in den Mündungen des Eumenis, der grofsen und kleinen Niebudies und des Strius-Flusses.

Das Niederschlagsgebiet der Inster beträgt nach der Reinhardschen Karte für den oberen Theil bis Skaticken, welcher als der Melioration nicht bedürftig hier nicht mehr weiter in Betracht kommt, 350 qkm, bis Kraupischken 625 qkm und bis zur Georgenburger Brücke, 1,5 km oberhalb des Zusammenflusses mit dem Pregel, 1300 qkm oder rund 23 Quadratmeilen.

Eine genaue Ermittlung der bei verschiedenen Wasserständen am Pegel bei Georgenburg von der Inster abgeführten Wassermassen ist zwar durch vorgenommene Wassergeschwindigkeits-Messungen schon wiederholt versucht worden; letztere sind aber bis jetzt noch ohne befriedigendes Ergebnifs geblieben. Ein solches wird auch kaum bei den jetzigen Vorfluthverhältnissen an der unteren Inster zu erreichen sein, solange die aus derselben abfliefsenden Wassermassen bei ein und demselben Pegelstande zu verschiedenen Zeiten ganz verschieden sind, je nachdem ein Steigen oder Fallen des Wasserspiegels am Pegel bei Georgenburg durch ein Steigen oder Fallen der oberen Inster oder der Angerapp bezw. von beiden Flüssen gleichzeitig bewirkt wird. Im Sommer führt der Insterflufs für gewöhnlich sehr wenig Wasser ab, ja, nach länger anhaltender Trockenheit hört dessen Wasserabführung nahezu ganz auf, wenigstens ist zu solchen Zeiten in dem ziemlich breiten und meist stark verkrauteten Flufsbette eine Bewegung des Wassers kaum mehr

zu bemerken, wie dies im Sommer 1886 und 1887 nach anhaltender Trockenheit der Fall war. Im September des erstgenannten Jahres, in welchem die Höhe des Wasserspiegels am Pegel bei Georgenburg zwischen +0,19 und 0,24 m, also nur um 5 cm, und im August 1887, in welchem derselbe zwischen 0,12 und 0,19 m am Pegel, also um 7 cm wechselte, wurde der Wasserabflufs, welcher annähernd als der unbedingt geringste angesehen werden darf, wiederholt annähernd auf $^1/_2$ cbm in einer Secunde geschätzt, während das mittlere niedrigste Sommerwasser bei 0,46 m am Pegel bei Georgenburg auf etwa 2 cbm angenommen werden kann, und das Sommermittelwasser der Inster bei +0,85 m am Pegel sowohl durch angestellte Messungen, als auch auf andere Weise ziemlich übereinstimmend auf 4,6 cbm oder 0,2 cbm auf die Quadratmeile Niederschlagsgebiet ermittelt ist. Die beim höchsten Sommerhochwasser von der Inster abzuführende Wassermenge ist, wie bei der Angerapp aus dem Niederschlagsgebiet, auf 58,0 cbm oder 2,5 cbm auf die Quadratmeile und für das gröfste Frühjahrshochwasser auf 138 cbm oder 6 cbm auf die Quadratmeile berechnet.

Der Grund und Boden in der vorbeschriebenen, zum Theil von der Inster durchzogenen Thalmulde, welche eine Gesamtfläche von etwa 5000 ha hat, ist ein vortrefflicher, meist aus Schlickmassen bestehend, welche seit undenklichen Zeiten das alljährlich über die Thalfläche sich ausbreitende Hochwasser der Inster und ihrer Nebenflüsse abgelagert haben. Die Ertragsfähigkeit der niedrig gelegenen Thalländereien wird aber durch die höchst ungünstigen Vorfluthverhältnisse aufs äufserste beeinträchtigt, sodafs die Vortrefflichkeit des Grund und Bodens nur höchst selten zur vollen Geltung kommen kann. Zunächst erfolgt die Abwässerung der überflutheten Flächen meist im Frühjahre zu langsam und ungenügend, sodafs die zu rechtzeitigem Pflanzenwuchs erforderliche Erwärmung des Bodens fehlt. Im Sommer werden dagegen die Thalländereien nicht selten durch das Hochwasser der Inster oder des Pregels, welches aus diesem meilenweit in das Becken des Insterthales bei dessen geringem Gefälle hineinstauen kann, überschwemmt, wobei nur zu häufig das Gras auf dem Halme verdirbt oder die Heuernte fortgeschwemmt wird, ja selbst die Sommerfrüchte auf etwas höher gelegenen Stellen vernichtet werden. Niemals selbst bei den besten Aussichten, können die Besitzer mit Sicherheit auf einen lohnenden Ernteertrag rechnen, und nur zu häufig müssen alle anderen Arbeiten im Stiche gelassen werden, um im Insterthale bei eintretendem Hochwasser zu retten, was noch zu retten ist. Diese Uebelstände zeigen sich mehr oder minder in dem ganzen Insterthale, am wenigsten noch am untersten, etwa 2 km langen Ende, zwischen der Instermündung und der Georgenburger Brücke. Hier liegen die Wiesen meistens so hoch, dafs sie nur von dem Frühjahrshochwasser und aufsergewöhnlich hohen Sommerfluthen überströmt werden. Die Inster hat aber auch hier einige scharfe Krümmungen, die der Vorfluth hinderlich sind, und sie ist zudem ungenügend tief und schlecht geräumt.

Am ungünstigsten sind dagegen die Verhältnisse in dem 14 km langen Thalabschnitte von Georgenburg aufwärts bis zur Pelleningker Brücke. Das Ueberschwemmungsgebiet hat hier eine durchschnittliche Breite von 1200 m, erweitert sich aber an einigen Stellen bis 1900 m. Das Gefälle der Inster ist schon bei gewöhnlichem Wasserstande sehr gering, hört aber bei einem etwas hohen Wasserstande in der Angerapp ganz auf. Die Wassermassen der Angerapp bezw. des Pregels stauen dann in das weite Becken des Insterthales zurück und überschwemmen die nur wenig über dem Wasserspiegel der Inster gelegenen Thalländereien in der ganzen Breite. Bei den zahllosen Krümmungen der Inster, bei deren Verwilderung und stellenweise Verflachung des Flufsbettes, und bei der sehr mangelhaften Binnenentwässerung erfolgt besonders in diesem Theile die Abwässerung der überflutheten Flächen stets sehr langsam und ungenügend, infolge dessen hier eine fortschreitende Versumpfung unverkennbar ist. Auf den ausgedehnten Wiesenflächen ist eine grofse Anzahl von Rasen entblöfster und vertiefter Stellen bemerkbar, welche nicht etwa nur bei den zeitweiligen Anschwellungen des Flusses, sondern schon immer unter Wasser stehen und das Bild kleiner Landseen gewähren. Die Entstehungsart dieser mit einem erheblichen Landverlust verknüpfter Vertiefungen, die noch mit jedem Jahre an Zahl und Gröfse zunehmen, ist in der Weise zu erklären, dafs das Zufrieren der Inster meist zu einer Zeit erfolgt, in der das Wiesenthal in geringer Höhe mit Wasser bedeckt ist, sodafs dieses bis zur Grasnarbe zu einer festen Eisdecke gefrieren kann. Wenn nun das Frühjahrshochwasser die Eisdecke hebt, werden grofse Stücke der festgefrorenen Grasnarbe und des Untergrundes losgerissen und mit dem abtreibenden Eise fortgetragen, wie fast bei jedem Eisgange beobachtet werden kann.

In dem dritten, etwa 21 km langen Theile des Wiesenthales von der Pelleningker Brücke aufwärts bis Skaticken leiden die Grundstücke meist nur an unzeitiger Ueberschwemmung zur Sommerzeit. Die Veranlassung ist nur theilweise auf den Rückstau der Angerapp in das Insterthal, besonders aber auf die vielen scharfen Flufskrümmungen, auf das schwache und zudem noch ungleichmäfsig vertheilte Gefälle und auf das an einzelnen Stellen zu enge Flufsbett zurückzuführen. Die Breite des Ueberschwemmungsgebiets wechselt hier zwischen 750 und 950 m. Der oberhalb der Inster-Einströmung gelegene Theil des Wiesenthales von Skaticken aufwärts bis in die Nähe der Wasserscheide, das sogenannte Langaller Seitenthal, unterliegt noch auf etwa 7 bis 8 k Länge bis zum Dorfe Laskowethen in einer durchschnittlichen Breite von 750 m der Ueberfluthung meist durch das zurücktretende Hochwasser der Inster. Die Vorfluthverhältnisse sind hier nicht genügend geregelt; namentlich fehlt es an einem kräftigen Vorfluther in der Längsrichtung des Thales, nach welchem die einzelnen Grundstücke ausreichend rasch entwässern können. Nach überschläglicher Berechnung leiden zur Zeit in dem ganzen Wiesenthale an unzeitiger Ueberschwemmung und ungenügender Entwässerung etwa 3000 bis 3500 ha, die mehr oder minder einer Melioration bedürftig sind.

Der Pregel entsteht, wie schon erwähnt ist, aus der Vereinigung der Angerapp mit der Inster, $1^1/_2$ km unterhalb der Stadt Insterburg. Die Schiffbarkeit beginnt aber schon auf der Angerapp an der Insterburger Chausseebrücke und es wird schon diese schiffbare Flufsstrecke für gewöhnlich Pregel genannt. Das Pregelthal hat in seiner ganzen Ausdehnung ziemlich genau die Richtung von Osten nach Westen, sich allmählich und ziemlich regelmäfsig erweiternd. Im Regierungsbezirke Gumbinnen beträgt dessen Breite 1000 bis 1700 m, im Mittel etwa 1300 m. Das Pregelthal ist, ebenso wie das Insterthal, zu beiden Seiten mit 15 bis 20 m flach ansteigenden, ziemlich regelmäfsigen und gleichlaufenden Höhenzügen eingefafst und

kann seiner ursprünglichen Bildung und seiner ganzen Gestaltung nach als eine unmittelbare Fortsetzung oder Verlängerung des Insterthales angesehen werden, was für die vorstehend erwähnte Annahme spricht, dafs vor Urzeiten das Insterthal das Bett des Hauptstromes war, welcher die Angerapp als Nebenflufs bei Insterburg aufnahm. Erst als der Jura-See sich einen anderen Abflufs durch die heutige Memel gesucht hatte und in dem breiten Insterthale nur mehr die Inster abflofs, trat die Angerapp als der bei weitem mächtigere Flufs aus seinem engen, gewundenen Flufsthale in die weite Niederung bei Insterburg ein und bildet von hier ab vermöge seines nachhaltigen Zuflusses aus den masurischen Seen im Verein mit der Inster schon seit langer Zeit den heutigen Schiffahrtsweg nach Königsberg und nach Labiau, bezw. nach dem frischen und dem kurischen Haffe. Von dem Einflusse der Inster ab durchfliefst der Pregel den Regierungsbezirk Gumbinnen noch in einer Länge von etwa 28 km und nimmt auf dieser Strecke rechtsseitig bei Schwägerau (16 km unterhalb Insterburg) den 30 km langen Drojebach und in der Nähe der Königsberger Bezirksgrenze den 26 km langen Auergraben, linksseitig 24 km unterhalb Insterburg, dem Dorfe Siemohnen gegenüber, die etwas bedeutendere Auxinne auf. Das Frühjahrshochwasser tritt fast regelmäfsig und zeitweise auch das Sommerhochwasser im Gumbinner Regierungsbezirk über die Ufer hinaus und überfluthet die Wiesen, da der Querschnitt des Stromschlauches für die Hochwasser zu gering ist und Eindeichungen gegen das Hochwasser von Bedeutung nicht vorhanden sind. Die Breite des Hochwasserprofils wechselt zwischen 850 m bei Nettienen und 1450 m bei Grofs-Bubainen.

Die im Gumbinner Bezirke gelegene Stromstrecke ist zum gröfsten Theil durch Buhnenbauten und streckenweise durch Festlegung der Ufer mittels Spreutlagen und Deckwerke geregelt. Die durchschnittliche Breite des Stromes war bis jetzt zwischen den Buhnenköpfen für den mittleren Wasserstand von Insterburg ab bis Grofs-Bubainen auf 22,6 m und unterhalb Grofs-Bubainen auf 24,5 m festgesetzt. Bis zum November 1886 bestand bei Grofs-Bubainen, 12 km unterhalb Insterburg, ein festes Ueberfallwehr, durch welches der Pregel zum Betriebe der dortigen bedeutenden Mühlenwerke im Mittel um 2,5 m angestaut war und nebenan in einem besonderen Canal eine von dem Besitzer der Mühle zu unterhaltende hölzerne Schiffahrtsschleuse. Ueber die Entstehung und Genehmigung der Bubainer Mühlenanlage, ferner über die eingeräumten Rechte und auferlegten Verpflichtungen bezüglich der Benutzung der Wasserkraft konnte weder in den Regierungs-, noch in den Herzoglich anhaltischen Archiv-Acten etwas Bestimmtes ermittelt werden.*) Besondere Zusicherungen dürften somit seitens der Königlichen preufsischen Regierung mit Rücksicht auf die Allerhöchste Verleihungsurkunde vom 28. August 1721, mit welcher dem Fürsten Leopold von Anhalt-Dessau (dem alten Dessauer) als Besitzer der Norkittenschen Güter gewisse Gerechtsame verliehen wurden, wohl niemals gemacht worden sein. Die betreffende Stelle in der genannten Urkunde lautet: „Ingleichen verschreiben und verleihen Wir ofterwähnten Fürstlichen Liebden und deren Fürstlichen Descendenten, Erben und Erbnehmern, auch künftigen Inhabern von benannten Gütern usw. usw. ferner die Gerechtigkeit, allerhand Wasser-, Wind- und Rofsmühlen wo und soviel Sr. Liebden und deren Fürstlichen Descendenten und Erben auch künftigen Besitzern der Güter wollen und können auf deren Gütern anzulegen usw.“ Hiernach scheint die Mühle zu Grofs-Bubainen zur Zeit der Ausstellung dieser Verleihungsurkunde noch nicht bestanden zu haben, da in derselben alle Besitzungen, Krüge usw. genau und ausführlich aufgezählt sind, aber nirgend von der Bubainer Mühle oder deren Stau irgend eine Erwähnung geschieht. Dieselbe dürfte aber bald danach erbaut worden sein ebenso wie die dadurch nöthig gewordene Schiffahrtsschleuse daselbst, über deren Entstehung ebenfalls nichts aus den Acten zu ermitteln gewesen ist. Bezüglich der späteren Besitzverhältnisse konnte festgestellt werden, dafs die Bubainer Mühlenwerke nebst dem Platz zwischen der Schiffsschleuse und dem Ueberfall, bestehend in zwölf preufsischen Morgen, durch Erbzinsbrief vom 2. Januar 1770 von dem damals regierenden Fürsten von Anhalt dem Gottfried Kern erb- und eigenthümlich und als ein wahres Erbzins-Mühlengut verschrieben wurde, wofür dieser bezw. dessen Erben einen jährlichen Erbzins von 1500 Thaler zu zahlen hatten. Durch Vertrag vom 10. September 1793, bestätigt am 7. Januar 1794, wurde dem Baurath Kern auch die Königliche Schiffsschleuse zu Bubainen nebst allem Zubehör, der Wohnung des Schleusenwärters und der dabei befindlichen Schuppen für die Geräthschaften, samt den zu dieser Schleuse gehörigen, in den Grenzen des Georgenburgschen Amtsdorfes Sterkeningken gelegenen etwa acht Morgen grofsen Landflächen, ingleichen der jährlich einkommende Schleusenzoll, welcher bis zum Jahre 1783 zur Königlichen Kasse geflossen, von der Königlich preufsisch-littauischen Kriegs- und Domänenkammer mit der Befugnifs überlassen, mit der Schiffsschleuse und deren Zubehör als wie mit seinem Eigenthum zu schalten und zu walten, auch solche auf einen anderen Eigenthümer, jedoch nicht anders als mit Verbindung der sämtlichen Mühlenwerke zu übertragen. Für die Schiffsschleuse hatte der Kern einen Kanon nicht zu zahlen, wohl aber für das überlassene Land einen Zins von drei Thaler jährlich an das Amt Georgenburg. Ferner wurde nach der Erbverschreibung des Fürsten zu Anhalt vom 23. April 1794 dem Kern als Abfindung für ein Drittel der Schiffsschleusen-Baukosten, welches bisher die fürstliche Kasse zu tragen hatte, und als Abfindung für die übernommene alleinige Besoldung und Unterbringung des Schleusenwärters eine Hufe Land Oletzkoisch Mafs in den Bubainer Gemarkungsgrenzen zum erblichen Eigenthum überlassen. Durch Vertrag vom 22. Februar 1822 verkaufte der damalige Eigenthümer der Mühlenwerke und der Schleuse das ihm auf die Bubainer Mühlen zustehende Erbzinsrecht mit sämtlichen auf dem Mühlenwerke befindlichen Gebäuden und Anlagen, ferner die Schiffsschleuse mit dem dazu gehörigen Lande, überhaupt so wie er diese Mühlenwerke und Schiffsschleuse nebst Acker bisher besessen, an Seine Durchlaucht den regierenden Herzog von Anhalt-Dessau für den Kaufpreis von 100000 Thaler. Seit dem 1. April 1883 ist der preufsische Staat im Besitz der Mühlenwerke und der Schiffsschleuse nebst den anliegenden Ländereien zwischen der letzteren und dem Mühlenwehre.

Das Gefälle des Pregels betrug vor der Beseitigung des Bubainer Mühlenstaues bei mittlerem Wasserstande von Inster-

*) Nach einem von dem Secretär der Insterburger Handelskammer, Herrn Rechtsanwalt Froche, im Herbste 1884 im Provincialverein für Hebung der Flufs- und Canalschiffahrt in Königsberg gehaltenen Vortrage soll die Schiffsschleuse bei Bubainen im Jahre 1723 bei Anlage der Mühle erbaut und im Jahre 1783 erneuert worden sein, nachher aber nur noch die nöthigen Ausbesserungen erfahren haben.

burg bis zur Königsberger Bezirksgrenze 6,2 m, wovon 2,5 m auf die Schleuse bei Grofs-Bubainen fielen. Das Gefällverhältnifs war im oberen Stromlaufe bis Nettienen 1 : 5500, auf der folgenden 9 km langen Stromstrecke von Nettienen bis zur Schleuse 1 : 13500 und unterhalb derselben bis zur Bezirksgrenze im Mittel 1 : 6700. Im Regierungsbezirk Königsberg wird das Gefällverhältnifs sehr viel geringer; bis Wehlau beträgt dasselbe etwa 1 : 12600, von Wehlau bis Tapiau 1 : 42500 und von Tapiau bis Königsberg ungefähr 1 : 100000. Der ganze Höhenunterschied innerhalb des Regierungsbezirks Königsberg beträgt auf eine Länge von rund 102 km etwa 3,2 m. Der obere Pregel hat bis zur Einmündung des Droje-Baches nur die Wassermengen der beiden vereinigten Flüsse Angerapp und Inster abzuführen, da die zwischenliegenden ganz unbedeutenden Zuflüsse aufser Betracht gelassen werden können. Die in dieser Pregelstrecke abzuführenden Wassermengen müfsten somit betragen:

a) bei dem unbedingt niedrigsten Sommerwasser . . . . $5\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 6$ cbm
b) bei dem mittleren niedrigsten Sommerwasser . . . . $13 + 2 = 15$ „
c) beim mittleren Sommerwasser . . $21 + 4{,}6 = 25{,}6$ „
d) beim höchsten „ . . $162 + 58 = 220$ „
e) beim gröfsten Frühjahrshochwasser $390 + 138 = 528$ „

Für die niedrigen und mittleren Wasserstände ist durch Messungen festgestellt, dafs die vom oberen Pregel abgeführten Wassermengen mit den gleichzeitig in der Angerapp und der Inster ermittelten fast genau übereinstimmen.

Bei höheren Wasserständen, d. h. sobald die Inster bei + 0,80 m am Pegel bei Pelleningken und 1,0 m am Pegel bei Georgenburg über ihre niedrig gelegenen Ufer tritt, ist bei wachsendem Wasser in der Inster der Abflufs im Pregel oberhalb Grofs-Bubainen immer geringer, bei fallendem dagegen immer gröfser, als die gesamte Wasserzuführung der Angerapp und Inster, da der Ueberschufs sich zunächst in dem weiten Becken des Insterthales ansammelt und dann nach Erreichung seines höchsten Standes, wie aus einem grofsen See, erst später allmählich zum Abflusse gelangt. Nach den ziemlich zuverlässigen Ermittlungen des verstorbenen Regierungs- und Bauraths Kuckuck betrug bei dem bis jetzt bekannten höchsten Sommerhochwasser Anfang August und Mitte October 1867, bei welchem dasselbe eine Höhe von 3,14 bezw. 3,30 m am Pegel bei Pelleningken, von 4,03 am Pegel bei Georgenburg, von 4,60 bezw. 4,58 m am Pegel bei Insterburg, von 4,63 bezw. 4,71 m am Oberpegel und von 3,87 bezw. 3,82 m am Unterpegel bei Gr. Bubainen erreichte, die gröfste Wasserabführung im Pregel nur etwa 180 cbm, einem gröfsten Zuflufs der Angerapp und Inster von rund 220 cbm gegenüber. Die mehr zugeführten Wassermassen hatten sich beim Steigen der Inster im Insterthale angesammelt und bedeckten beim höchsten Wasserstande eine Thalfläche von etwa 2085 ha stellenweise bis 3 m hoch, die bei dem wasserreichen Herbste und Winter 1867 ganz allmählich, zum Theil erst im folgenden Jahre, im Pregel zum Abflusse gelangten. Aus dem Längenprofil und den zugehörigen Querprofilen des Insterthales ergiebt sich ferner, dafs bei dem als höchstes bekannten Frühjahrshochwasser am 30. März 1877, welches infolge einer Eisversetzung an der Georgenburger Chausseebrücke eine Höhe von 5,2 m am Pegel bei Georgenburg und von 3,76 m am Pegel bei Pelleningken erreichte, etwa 3900 ha Insterthalflächen überfluthet waren und sich hier ungefähr 55 Millionen Cubikmeter Wassermassen angesammelt hatten, die erst bis Mitte Juni, also nach $2\frac{1}{2}$ Monaten, vollständig zum Abflufs gelangen konnten. Im Frühjahr würde eine solche Ueberstauung der Wiesen mit keinem Nachtheil verbunden, vielmehr nur vortheilhaft und erwünscht sein, wenn die Abwässerung rechtzeitig und nicht fast immer, wie schon oben bemerkt, zu spät und ungenügend erfolgte. Ganz bedeutend sind aber die Verluste der Grundbesitzer immer, wenn im Sommer, zumal zur Zeit der Heuernte, dergleichen Ueberschwemmungen im Insterthale eintreten, die selbst nicht selten die Sommerfrüchte auf etwas höher gelegenen Stellen zerstören, wie dies noch Anfang August 1883 der Fall war.

Die Ursachen dieser höchst beklagenswerthen Zustände sind, insoweit dieselben im Insterthale selbst liegen, schon vorstehend bei der eingehenden Beschreibung der Inster näher erörtert und es ist dort besonders hervorgehoben, dafs die stark gekrümmte, theilweise verwilderte und verkrautete Inster überhaupt nur ein sehr geringes Gefälle hat, welches zudem nach unten noch verhältnifsmäfsig immer mehr abnimmt, sodafs das Wasser nicht schnell genug abfliefsen kann und bei jedem gröfseren Gewitter und etwas anhaltenden Regen schon das niedrig gelegene Wiesenland im Insterthale überschwemmt. Ferner ist darauf hingewiesen worden, dafs die Angerapp schon bei mäfsig hohen Wasserständen einen Rückstau in das Insterthal erzeugt, welcher den Abflufs des Insterwassers noch mehr verzögert und vielfach ganz hemmt. Auch ist unschwer zu erkennen, dafs die Angerapp bei ihrem Eintritt in die weite Niederung unterhalb Insterburg von jeher, besonders aber nach Anlage des $2\frac{1}{2}$ m hohen Bubainer Mühlenstaues einen höchst schädlichen Einflufs auf die Vorfluthverhältnisse im Inster- und Pregelthale ausgeübt hat und auch naturgemäfs ausüben mufste.

Die Wassermassen, welche in der Angerapp beim Schmelzen des Schnees, sowie im Sommer bei anhaltendem Regenwetter aus den masurischen Seen, noch mehr aber aus den gröfseren Nebenflüssen, der Goldapp und der Pissa mit der Rominte, zusammenfliefsen, erreichen am Pegel bei Insterburg beim Frühjahrshochwasser eine Höhe bis 6 m und selbst im Sommer noch bis zu 4,6 m oder 4,9 bezw. 3,5 m über dem mittleren Sommerwasserstande von rund 1,2 m. Die grofse Geschwindigkeit, mit welcher diese Hochwassermassen plötzlich und ganz unvermittelt aus dem noch geschlossenen und tief eingeschnittenen Angerappthale mit einem Gefälle von 1 : 1800 in das breite Pregelthal sich ergiefsen, nimmt hier bei dem geringen Thalgefälle rasch ab. Die unmittelbare Folge hiervon ist, dafs die vom Hochwasser der reifsenden Angerapp mitgeführten vielen Sinkstoffe je nach ihrer Gröfse und Schwere bald nahe oder erst in gröfserer Entfernung zu Boden fallen und sich im Thale ablagern. Die auf diese Weise seit undenklichen Zeiten stattgefundene allmähliche, erst in weiterer Entfernung nach oben und unten verlaufende Erhebung der Thalfläche an der Einströmungsstelle schreitet noch immer langsam aber unaufhaltsam fort und macht sich an der unteren Inster und dem oberen Pregel durch ein tiefes eingeschnittenes Flufsbett und die hier theilweise hochwasserfreien Flufsufer, sowie besonders durch die durchgehends höhere Lage des oberen Pregelthals im Vergleich zu der unteren Hälfte des Insterthales deutlich bemerkbar. Mit dieser Erhebung der Thalsohle an der Einströmungsstelle der Angerapp hat aber augenscheinlich, wenn auch in geringerem

Mafse, eine allmähliche Erhebung der Flufsbettsohle der Inster und des Pregels stattgefunden, woraus sich nur das äufserst geringe Stromgefälle der Inster auf den untersten 16 km von Pelleningken abwärts bis zur Mündung mit 0,9 m oder 1 : 16667 erklären läfst, während der anschliefsende obere Pregel auf eine gleiche Entfernung von Insterburg abwärts bis Schwägerau, dagegen ein fünfmal gröfseres Gesamtgefälle von 4,5 m hat, und man mit ziemlicher Sicherheit annehmen kann, dafs vor Urzeiten, als das Inster- und Pregelthal noch das Bett eines aus dem Jurasee kommenden Stromes war, hier das Gefälle ein ziemlich gleichmäfsig von oben nach unten entsprechend abnehmendes gewesen sein dürfte. Mit dieser Erhebung der Thal- und Flufssohle ist zweifellos auch erst allmählich eine Verschlechterung der Vorfluthverhältnisse im Insterthale eingetreten, und es trägt somit die Angerapp und nicht, wie meist angenommen wurde, der kürzlich beseitigte Bubainer Mühlenstau die erste und gröfste Schuld an den häufigen Ueberströmungen in diesem Thale. Hierbei soll aber keineswegs in Abrede gestellt werden, dafs durch die Ausnutzung des nur infolge jener Thal- und Flufsbett-Erhebung entstandenen gröfseren Gefälles unterhalb Insterburg zur Anlage der Stauwerke bei Gr.-Bubainen für den Betrieb eines durch seine günstige Lage und grofse Wasserkraft sehr einträglichen Mühlenwerkes die Vorfluth im Insterthale wesentlich verschlechtert und ein sehr schädliches Hindernifs für die Förderung der Landespflege in diesem Thale, wie auch für den Schiffahrtsbetrieb auf dem oberen Pregel geschaffen worden ist.

Vor Anlage der Stauwerke konnten die von der Angerapp zugeführten Wassermassen bei dem ziemlich günstigen Gefälle im oberen Pregelthale noch mit fast gleicher und allmählich erst nach unten abnehmender Geschwindigkeit weiter fliefsen. Auch konnte damals die Abwässerung im Insterthale nach zurückgetretenem Angerapp-Hochwasser noch verhältnifsmäfsig rasch und genügend erfolgen, während durch Anlage des Mühlenstaues das Flufsgefälle von Gr.-Bubainen aufwärts bis zur Instermündung und noch darüber hinaus fast ganz aufgehoben, der Wasserabflufs plötzlich verzögert und der Wasserstand entsprechend gehoben wurde, wodurch naturgemäfs bei höheren Wasserständen die Ueberschwemmungen im Insterthale an Zahl, Ausdehnung und Dauer zunehmen mufsten. Ueberdies ist augenscheinlich unter der Einwirkung des in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts angelegten Mühlenstaues von Insterburg abwärts bis Gr.-Bubainen allmählich eine bedeutende und besonders für die Hochwasserabführung höchst nachtheilige Verengung des Pregelbettes dadurch eingetreten, dafs die von der reifsenden Angerapp zugeführten Sinkstoffe infolge der plötzlich verzögerten Geschwindigkeit sich nach Anlage des Staues vorzugsweise im Flufsbette, an den Uferböschungen und deren Rändern abgelagert und nicht allein das Bett des Pregels den Stau entsprechend erhöht, sondern auch die allmählich verengten Ufer in noch gröfserem Mafse aufgelandet haben, sodafs letztere ihre jetzige dammartige Gestalt erhielten.

Der Flufslauf ist infolge dessen hier scharf begrenzt und von steilen hohen Ufern eingeschlossen, welche nach den beiderseitigen Thalflächen hin abfallen. Einzelne Einrisse und tiefer liegende Uferstrecken wurden, um das Ausströmen des Wassers aus dem Flufsbette zu verhindern, im Laufe der Zeit durch Dämme ausgeglichen. Diese hohen Ufer mit ihren kurzen Dammstrecken liegen jetzt meist hochwasserfrei. Unter gewöhnlichen Verhältnissen erhält daher das Pregelthal zwischen dem Flufs und den beiderseitigen Höhenrändern kein Wasser aus der vereinigten Angerapp und Inster, obschon der bei Bubainen gestaute Wasserspiegel des Pregels höher liegt, als das seitliche Gelände, was besonders bei der grofsen Wiesenfläche rechtsseitig des Pregels von Leipeningken abwärts der Fall ist. Die letztere Fläche wird vielmehr durch einige bedeutende Gräben nach der Droje entwässert, welche bei ihrem Durchgang durch den Sterkeningker Damm, etwa 800 m seitlich der Bubainer Mühlen, fast mit dem Unterwasser des Pregels bei Gr.-Bubainen in gleicher Höhe liegt. Selbst die bedeutenden Sommeranschwellungen der Flüsse ändern in diesem Zustande nichts, als dafs höchstens der Rückstau aus dem Pregel an der Drojemündung aufwärts über den Sterkeningker Damm hinaus in die tiefen Stellen der Wiesen tritt. Wenn jedoch das Frühjahrshochwasser die Höhe von etwa 4,5 m am Pegel in Insterburg überschreitet und bereits das grofse Insterthalbecken mit Wasser angefüllt hat, dann übersteigt es in der Krümmung, welche sich unterhalb Nettienen nach links wendet, das rechte Pregelufer und ergiefst sich, den Flufs entlastend, dem sogenannten alten Pregel folgend, in einem grofsen Strome in das rechtsseitige Pregelthal und mit der Droje bei Schwägerau wieder in den Pregel, wo dasselbe sich mit seinem Rückstau bis Gr.-Bubainen hinauf bemerklich macht. Dieser Umstand ist der beste Beweis für die widernatürliche Lage des Flufslaufes am oberen Pregel; denn läge derselbe an der verhältnifsmäfsig tiefsten Stelle des Flufsthales, so würden die Hochfluthen auch denselben Weg verfolgen, den das gewöhnliche Wasser nimmt.

Nur dieser infolge der vereinten Einwirkung der Angerapp und des Bubainer Mühlenstaues herbeigeführten eigenthümlichen Verengung des Hochwasserquerschnittes im oberen Pregelthal, wodurch von Georgenburg abwärts bis zur Instermündung das Insterhochwasser und von Insterburg ab bis Bubainen der Pregel meist nur auf das eigentliche enge Flufsbett beschränkt wird, ist bei eintretendem Hochwasser das überraschend schnelle Wachsen des Wassers im Insterthale gegenüber dem langsamen Ablaufen desselben zuzuschreiben, welches sich meist erst vollzieht, nachdem das Wasser der Angerapp oft schon lange Zeit seinen gewöhnlichen Stand wieder erreicht hat.

Um das gegenseitige Verhalten der Inster und Angerapp vor und nach ihrer Vereinigung, sowie auch den Einflufs, welchen die letztere im Vereine mit dem nunmehr beseitigten Stau der Bubainer Mühlen auf die Inster-Ueberfluthungen ausübte, möglichst übersichtlich zur Anschauung zu bringen, sind in dem auf Blatt 66/67 beigefügten Längenprofil auch einige vorzugsweise nachtheilige Sommerüberfluthungen eingetragen und deren Verlauf noch in besonderen Wasserstandscalen nach den amtlichen Beobachtungen an den Pegeln bei Pelleningken, Georgenburg, Insterburg und Gr.-Bubainen graphisch dargestellt. Bei dieser Darstellung sind die betreffenden Höhen sämtlich auf den Normal-Nullpunkt bezogen, sodafs der Unterschied dieser Höhen ohne weiteres das Gefälle ergiebt, welches die einzelnen Flufsstrecken zwischen den betreffenden Pegeln an jedem einzelnen Tage der Anschwellungen gehabt haben.

II. Bisherige Versuche und Entwürfe zur Verbesserung der Vorfluth im Inster- und oberen Pregelthal.

Zur Verbesserung der vorstehend eingehend beschriebenen höchst ungünstigen Wasser- und Vorfluthverhältnisse im Inster-

und oberen Pregelthale wurde schon in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, höchstwahrscheinlich ziemlich gleichzeitig mit der Anlage des Bubainer Mühlenstaues, die Vereinigung der Angerapp und Inster, welche bis dahin gleich unterhalb der Georgenburger Brücke — bei dem Punkte *a* des Lageplanes auf Blatt 65 — stattfand, wobei die Strömung der Angerapp der der Inster fast vollständig entgegen und thalaufwärts gerichtet war, durch Graben eines neuen Flufsbettes zwischen *b* und *c* etwa 1 km weiter nach unten an ihre jetzige Stelle verlegt. Mit dieser jedenfalls zweckmäfsigen Mafsnahme wurde, da der zwischen dem früheren und jetzigen Flufslaufe gelegene Landtheil *a b c* wesentlich höher liegt als die Insterthalsohle, weiter oberhalb der unmittelbaren Einströmung des Angerapp-Hochwassers in das Insterthal ein Ende gemacht und dessen Ueberfluthungen, wenn auch keineswegs beseitigt, so doch sehr vermindert und in der Ausdehnung beschränkt. Die der Vorfluth schädliche Verengung des Pregelflufsbettes dürfte hierdurch aber besonders unter dem Einflusse des Bubainer Mühlenstaues von der neuen Instermündung abwärts wesentlich beschleunigt worden sein, wodurch der durch die Verlegung des Zusammenflusses erreichte Vortheil für das Insterthal nach und nach wieder verloren ging.

Die erste gründliche Untersuchung der Ursachen der nach und nach öfter und ausgedehnter im Insterthale auftretenden Ueberschwemmungen fand nach Ausweis der Acten erst im Jahre 1822 infolge einer Beschwerde von Bewohnern der im unteren Insterthale gelegenen Ortschaften Gillischken und Neunischken durch den Landbaumeister Vogt gemeinschaftlich mit dem Landrath Burghardt statt. Zur Vorbeugung künftiger Ueberschwemmungen wurde von denselben in Vorschlag gebracht:

1. die stark gekrümmte Inster durch Herstellung von Durchstichen möglichst gerade zu legen und vor allem eine gründliche Räumung und Vertiefung des sehr verkrauteten und theilweise ganz verwilderten Flusses vorzunehmen;

2. die Instermündung durch Anlage eines von Georgenburg nach dem Pregel bei Nettienen möglichst in gerader Richtung zu führenden Canals ungefähr noch 1,2 km weiter nach unten zu verlegen, besonders um dieselbe mehr den bisherigen immerwährenden Versandungen durch die Angerapp zu entziehen. Die infolge dessen mit den Anwohnern gepflogenen Unterhandlungen wegen Räumung des Flufsbettes und Hergabe des zu den Durchstichen erforderlichen Grund und Bodens führte jedoch zu keinem günstigen Ergebnifs, indem die Anwohner in der irrigen Ansicht, dafs die Inster ein öffentlicher Flufs sei, dessen Unterhaltung allein dem Staate obliege, sich beharrlich weigerten, zu den Kosten der Flufsräumung und der Grundentschädigung für die Durchstichs- und neuen Canalstrecken irgend etwas beizutragen. Selbst zu einer Auskrautung der Inster, welche die Königliche Regierung durch polizeiliche Zwangsmittel herbeizuführen suchte, wollten sich die Uferbesitzer nicht verstehen, und führten dagegen Beschwerde bei dem Minister des Innern, nach dessen Entscheidung, da die Bestimmungen des Allgemeinen Landrechts Th. I, Tit. 8, § 100 und des Vorfluth-Edicts vom 15. November 1811 den Eigenthümer nur zur Unterhaltung der über sein Eigenthum gehenden Gräben und Canäle verpflichtet, dieselben aber nicht auf natürliche Flüsse Anwendung finden können, dieses Verfahren eingestellt und den Betheiligten überlassen werden mufste, selbst die Sache weiter zu verfolgen. Wenn auch bei Durchführung dieser Vorschläge die Ueberschwemmungen nicht beseitigt, ja nicht einmal verringert worden wären, so dürften dieselben doch geeignet gewesen sein, die Uebelstände im Insterthale wesentlich zu vermindern, besonders eine schnellere und bessere Abwässerung dort herbeizuführen und somit auch der allmählich fortschreitenden Versumpfung der tief gelegenen Flächen entgegen zu wirken.

Nachdem im Jahre 1837 auf Veranlassung des damaligen Ober-Präsidenten von Schoen ein ebenfalls fruchtloser Versuch gemacht worden war, die Betheiligten zu einer Räumung zu bewegen, blieb die Sache längere Zeit auf sich beruhen. Wiederholte verderbliche Ueberschwemmungen, welchen das ganze Insterthal in den Jahren 1838, 1839, 1840 und besonders 1844 unterlag, veranlafste endlich im Jahre 1845 die Bewohner desselben bei Anwesenheit des Königs im Regierungsbezirke Gumbinnen sich in einer Immediat-Vorstellung an Seine Majestät mit der Bitte zu wenden, für eine gründliche Abhülfe gegen die seit 20 Jahren immer mehr zunehmenden und immer verderblicher auftretenden Ueberschwemmungen im Insterthale Sorge tragen zu wollen. Daraufhin wurde dem Geheimen Ober-Finanzrath Freiherrn Senfft von Pilsach durch Allerhöchste Cabinets-Ordre vom 9. Juni 1845 der Auftrag ertheilt, die Ursachen der Uebelstände zu untersuchen und mit den Betheiligten über die Mittel zur Abhülfe in Unterhandlung zu treten. Als hierzu geeignete Mittel waren von den Betheiligten selbst:

1. „eine veränderte Einrichtung der Stauwerke bei der Mühle zu Gr. Bubainen, insbesondere die Anlage einer Freischleuse daselbst“,
2. „die Verlegung des Ausflusses der Inster in den Pregel an eine weniger dem Versanden ausgesetzte Stelle“,

in Vorschlag gebracht worden.

Der erstere Gegenstand wurde durch den in der Berufungs-Instanz ergangenen Bescheid der Ministerien für Handel, Gewerbe usw. und für landwirthschaftliche Angelegenheiten vom 27. Juli 1850 rechtskräftig dahin erledigt, dafs die Stauungsbefugnifs des Besitzers der Bubainer Mühlen auf 11 Fufs 6 Zoll = 3,6 m am dortigen Oberwasserpegel als zulässig höchster Sommerwasserstand in den Monaten Mai bis Ende September festgesetzt wurde. — In Bezug auf die beanspruchte veränderte Einrichtung der Stauwerke daselbst enthält das erwähnte Erkenntnifs den entscheidenden Ausspruch:

„wie es zwar zu bedauern bleibt, dafs bei der Anlegung der Mühle die Erbauung eines festen Ueberfallwehres statt einer gehörigen Freischleuse gestattet worden, der Mühlenbesitzer indessen jetzt nicht mehr gezwungen werden könne, diesen durch langjährigen Besitz gesicherten Zustand zu ändern, vielmehr den Provocanten überlassen werden müfste, ob sie auf ihre Kosten der besseren Vorfluth wegen eine Grundschleuse bauen und unterhalten wollen.“

Bezüglich des Entwurfs und der Durchführung der weiteren zur Verbesserung des Insterthales nöthigen Mafsnahmen brachte Herr Senfft von Pilsach in Vorschlag, dafs:

1. die zu den technischen Vorarbeiten erforderlichen Kosten auf Staatsfonds übernommen, und

2. die zur Ausführung der Melioration benöthigten Gelder vom Staate gegen $3^1/_2$ pCt. Zinsen und einen mäfsigen Tilgungsbeitrag vorgeschossen werden, jedoch unter der Bedingung, dafs die in den betreffenden Theilen des Inster- und Pregelthales angesessenen Grundbesitzer zu einem Verbande sich vereinigen sollten.

Die Mehrzahl der Betheiligten erklärte sich in einer schon am 15. August 1845 in Pelleningken abgehaltenen Versammlung mit diesen Vorschlägen einverstanden und beeilten sich sogar, im allgemeinen eine Gesellschafts-Ordnung zu verabreden. Zunächst kam es aber darauf an, den Regierungs-Entwurf selbst in seinen Einzelheiten festzustellen und zu veranschlagen und sich erst dann über dessen Ausführung endgültig zu entscheiden. Als hierzu nöthige geometrische Vorarbeit wurde durch den Lieutenant v. Kornatzki in den Jahren 1845 und 1846 das Insterthal von Insterburg bis Skaticken und das Pregelthal von Insterburg bis Schwägerau genau vermessen und nivellirt und die nach diesen Aufnahmen gefertigten Karten und Pläne, sowie Nachweisungen und Erläuterungen am 1. April 1847 eingereicht. Die nähere Bearbeitung des Meliorations-Entwurfs unterblieb aber einstweilen bis zu der noch ausstehenden endgültigen Entscheidung über eine etwaige veränderte Einrichtung der Bubainer Stauwerke und über die zulässige höchste Höhe der Wasserspannung daselbst, worüber erst durch den vorerwähnten Ministerial-Bescheid vom Juli 1850 rechtskräftig entschieden wurde.

a) Technisches Gutachten und Uebersichtsentwurf von Anders.

Auf Grund der von Kornatzki ausgeführten Vorarbeiten, welche, insoweit sich dieselben auf das Pregelthal bezogen, mit den fast gleichzeitig zum Zwecke der Pregel-Regelung von Münchmeyer aufgenommenen Stromkarten und Nivellements verglichen und richtig befunden wurden, ist im Jahre 1852 von dem damaligen Regierungs- und Baurath in Gumbinnen, späteren Geheimen Ober-Baurath Anders ein sehr eingehendes technisches Gutachten über die Entwässerung und Verbesserung des Insterthales abgegeben worden, in welchem zunächst die Ortsverhältnisse und die Ursachen der nachtheiligen Ueberschwemmungen dieses Thales mit großer Gründlichkeit untersucht und den heutigen Verhältnissen nach fast völlig entsprechend dargestellt waren und dem auch ein Uebersichtsentwurf mit Kostenüberschlag beigefügt war. Nach dem Inhalte des Gutachtens hielt Anders die von den Betheiligten vorgeschlagene Abänderung der Bubainer Stauwehre etwa durch Anlage einer Freischleuse daselbst und die weitere Verlegung der Instermündung nach unten in die Nähe von Nettienen zur Erreichung einer wirksamen Vorfluth im Insterthale nicht für genügend. Ob und inwieweit dies durch eine gänzliche Beseitigung des Mühlenstaues erreicht werden könne, ist hierbei nicht näher in Betracht gezogen worden. Anders war der Ansicht, daß eine vollständige und dauernde Beseitigung der unzeitigen und schädlichen Ueberschwemmungen im Insterthale nur dann möglich sei, wenn die Inster durch Trennung ihres Laufes von dem oberen Pregel deren schädlichen Einwirkungen, bezw. dem Rückstau des Angerapp-Hochwassers und des Bubainer Mühlenstaues ganz entzogen, derselben mehr Gefälle und Vorfluth verschafft, deren Lauf von Pelleningken abwärts möglichst gerade gelegt und durchgehends gehörig geräumt werde. Er schlug zu dem Ende vor, von Georgenburg ab längs dem rechtsseitigen Thalrande des Pregels einen in dem hier auf Blatt 65 beigefügten Lageplan angedeuteten etwa 13 km langen Seitencanal für die Inster zu graben und denselben erst unterhalb der Drojemündung in den Pregel zu führen, gleichzeitig aber mit der dabei gewonnenen Erde auf der linken Seite des Canals einen wasserfreien Damm von dem ebenfalls wasserfreien, von Georgenburg durch das Thal nach Insterburg führenden Straßendamme ab bis in die Nähe der Ausmündung in den Pregel zu schütten und dadurch das Hochwasser der Angerapp und des Pregels in dieser Strecke ganz von dem Hochwasser der Inster zu trennen. Die Vertheilung des zwischen Pelleningken und der Canalmündung vorhandenen Gesamtgefälles von rund 5 m war so angenommen, daß von demselben auf den 13 km langen Canal 2,27 m und auf die etwa 14,5 km lange möglichst gerade zu legende Insterstrecke von Georgenburg aufwärts bis Pelleningken 2,77 m kommen sollten, was einem Gefällverhältniß von 1 : 5700 bezw. 1 : 5200 entspricht und dem Gefälle der oberen Inster ungefähr gleich kommt.

In dem technischen Gutachten waren die Abmessungen des Canals (Sohlenbreite, Tiefe und die Breite des Hochwasserprofils) nur überschläglich angenommen, da noch die besonderen Vorarbeiten, namentlich ein genaues Nivellement in der Canallinie, sowie die Ermittlung der von der Inster bei verschiedenen Wasserständen abgeführten Wassermengen fehlten.

Da der Pregel bei Nettienen dicht an dem Fuße der das Thal auf der rechten Seite begrenzenden ziemlich steilen Anhöhe fließt und der Canal in die letztere nicht eingeschnitten werden kann, so sollte nach dem Uebersichtsentwurf von Anders dieser Theil des Pregellaufes in einer Länge von etwa 1 km für den Canal benutzt, für den Pregel aber hier ein neues Bett in einem geraden Durchstiche mit rund 19 m Sohlenbreite gegraben werden, was für den Lauf des Pregels auch nur vortheilhaft sein konnte, da hierdurch zwei schädliche Krümmungen beseitigt worden wären. Zur Beförderung des Hochwasserabflusses des Pregels sollte überdies die Droje, deren Hauptzufluß von den Höhen durch den Canal abgeschnitten und in diesen abgeführt würden, geräumt und geregelt werden.

In dem dem technischen Gutachten beigefügten Kostenüberschlage waren die Kosten für die Anlage des neuen Instercanals und des Pregeldurchstichs bei Nettienen nebst dem Leitdeiche von Georgenburg bis Schwägerau mit Einschluß der Grund- und Nutzungs-Entschädigung, der erforderlichen Canalbrücken und Fähranlagen, der Bauleitung usw. auf 145000 Thaler, ferner für die Geradelegung des Insterflusses zwischen Kraupischken und Georgenburg und für die nöthige Vertiefung und Räumung des übrigen Flußlaufes auf 16000 Thaler und schließlich für die Räumung und Vertiefung des Drojeflusses auf 1300 Thaler, also zusammen auf 162300 Thaler = 486900 ℳ schätzungsweise ermittelt, welche als Meliorationskosten von den Betheiligten getragen werden sollten. Dagegen sollten die Kosten der noch nöthigen geometrischen Vorarbeiten sowie der weiteren Bearbeitung und Veranschlagung des Entwurfs, welche auf 1200 Thaler = 3600 ℳ angegeben waren, nach dem mit den Betheiligten getroffenen Abkommen aus der Staatskasse gezahlt werden. Nachdem dieses Anfang 1853 eingereichte technische Gutachten und der allgemeine Entwurf von Anders zur Besserung des Insterthales auf Grund einer von dem Geheimen Ober-Baurath Severin vorgenommenen eingehenden Prüfung die vollkommene Billigung der Bauabtheilung des Handelsministeriums gefunden hatte, hielt das Ministerium für die landwirthschaftlichen Angelegenheiten zunächst für nöthig, sich darüber volle Gewißheit zu verschaffen, ob die betheiligten Grundbesitzer, ungeachtet des hohen Kostenbeitrages, der Mehrzahl nach noch geneigt seien, eine Genossenschaft zur Ausführung der Melio-

ration zu bilden. In diesem Falle erklärte es sich bereit, die Kosten der weiteren Vorarbeiten, sowie die Kosten des Königlichen Commissars und des leitenden Baumeisters bei Ausführung der Melioration auf die Staatskasse zu übernehmen, wies aber gleichzeitig darauf hin, dafs eine Aussicht auf Vorschiefsung des Baucapitals aus der Staatskasse nicht gemacht werden könne, dafs vielmehr der zu bildende Verband wohl gezwungen sein dürfte, mit Genehmigung des Staates eine Anleihe aufzunehmen. Falls die Grundbesitzer an der Höhe der Kosten Anstofs nehmen sollten, könne möglicherweise noch in Erwägung gezogen werden, ob sich der Kostenbetrag nicht etwa durch Ermäfsigung der Sohlenbreite des neuen Instercanals oder in anderer Weise vermindern lasse.

Bei den bezüglichen Verhandlungen wurde der Anders'sche Entwurf zwar im allgemeinen als zweckmäfsig anerkannt, doch hielten nur die Besitzer von rund 8400 Morgen des Insterthales die beabsichtigte Melioration für eine so nothwendige und vortheilhafte, dafs sie bereit waren, behufs Ausführung derselben sich zu einer Genossenschaft zu vereinigen und die erforderlichen Geldmittel unter Beihülfe des Staates in geeignetem Wege aufzubringen. Dagegen hatten die übrigen Grundbesitzer im Insterthale, welche eine Landfläche von etwa 3700 Morgen vertraten, ihre Betheiligung bei diesem Unternehmen abgelehnt, weil sie von demselben bei der höheren Lage ihrer Wiesen nur geringe oder gar keine Vortheile erwarteten und mit Bezug hierauf die Meliorationskosten ihnen zu hoch erschienen. Gegen den Entwurf erhoben ganz entschiedenen Widerspruch nicht nur die Besitzer der unmittelbar an das Pregelthal anstofsenden, etwa 4000 Morgen grofsen Wiesenflächen zwischen Georgenburg und Gr.-Bubainen, sondern auch die Eigenthümer des weiter unterhalb gelegenen Pregelthales bis Taplacken und Wehlau in einer Ausdehnung von mehr als 30 km, sowie die Herrschaft Norkitten besonders zu Gunsten der Mühlenanlage in Gr.-Bubainen.

Die Nachtheile, welche die Besitzer der von Georgenburg bis Schwägerau sich erstreckenden Pregelwiesen durch Ausführung der geplanten Insterthal-Entwässerung zu erleiden befürchteten, bestanden in folgenden Hauptpunkten:

1. Durch Trennung der beiden Flüsse Inster und Pregel bis unterhalb des Bubainer Wehres würde das rasend schnell zusammenfliefsende Wasser des Pregels auf dessen Bett allein beschränkt, und könnte sich nicht mehr, wie bisher, ein grofser Theil des Flufswassers in der Inster und deren Wiesenthal ansammeln, weshalb die Pregelufer stets früher überfluthet werden müfsten.

2. Der Rückstau des Pregels würde hierdurch an die Mündung des neuen Instercanals bei Schwägerau versetzt werden und es müfsten deshalb in der Folge bei eintretendem Hochwasser die an dem Canal innerhalb der Verwallung gelegenen Wiesen und Felder in gleich schädlicher Weise überstaut werden, wie dies vorher bei dem unteren Insterthal der Fall gewesen sei.

3. Durch die Neubettung der Flüsse würden die Besitzungen in höchst nachtheiliger Weise durchschnitten und es würde dadurch nicht allein die Bewirthschaftung derselben sehr erschwert und vertheuert, sondern das Auftreiben der Viehherden auf die abgeschnittenen Theile fast unmöglich gemacht.

Die Verwaltung des zu dem Privatbesitze des Herzogs von Anhalt gehörigen Dominiums Norkitten glaubte gegen die geplante Instermelioration deshalb Einspruch erheben zu müssen, weil dieselbe nach ihrer Ansicht nicht allein eine erhebliche Schmälerung der Wasserkraft für den Betrieb der Bubainer Mühlenwerke und einen nachtheiligen von der neuen Instermündung ausgehenden Rückstau auf die oberhalb am Pregel liegenden Wiesen bei Schwägerau und Bubainen herbeiführen müfste, sondern auch sämtliche unterhalb Schwägerau gelegenen zu den Norkitter Gütern gehörigen Pregelwiesen durch die beabsichtigte Anlage bei dem bedeutend schnelleren Wasserzuflusse starken Ueberschwemmungen ausgesetzt sein würden, gegen welche keinerlei Abhülfe getroffen werden könnte. In letzterer Weise begründeten auch die Besitzer der Wiesen im Pregelthale von Norkitten bis unterhalb Wehlau ihren Widerspruch, indem sie den ihren Grundstücken aus der beabsichtigten Entwässerung des Insterthales erwachsenen Schaden für ungleich gröfser erachteten, als die für das letztere zu erreichenden Vortheile. Ueber diese letzteren Einwendungen, welche vorzugsweise von Besitzern aus dem zum Regierungsbezirke Königsberg gehörigen Kreise Wehlau vorgebracht waren, wurde zunächst die Königsberger Regierung gehört. Dieselbe verlangte zur näheren Beurtheilung der Sache noch die Ausführung weiterer Vorarbeiten; die Ministerial-Bauabtheilung erachtete indes solche zu dem genannten Zwecke für überflüssig und nach reiflicher Erwägung die erhobenen Einwendungen in der Hauptsache für unbegründet.

Obschon das Ministerium für landwirthschaftliche Angelegenheiten sich diesem Gutachten anschlofs, trug dasselbe in Uebereinstimmung mit der Regierung in Gumbinnen doch Bedenken, den Meliorationsplan, für welche sich nur eine schwache Mehrzahl der Betheiligten erklärt hatte, weiter zu verfolgen, weil ein Kostenaufwand von durchschnittlich 40 ℳ für den Morgen für die blofse Abwendung zeitweisen Hochwassers für die Werthsverhältnisse des Bodens in der betreffenden Gegend zu bedeutend erschien.

Nachdem auch der inzwischen anderweitig angeregte Plan, die Bubainer Mühlen anzukaufen und die dortigen Stauwerke eingehen zu lassen, nicht mit geringeren Kosten für ausführbar und noch aus verschiedenen anderen Gründen, besonders in Rücksicht auf die Schiffahrt im oberen Pregel für bedenklich gehalten wurde, bestimmte das landwirthschaftliche Ministerium im Jahre 1855, diese Angelegenheit vorläufig ruhen zu lassen, bis sich die Verhältnisse besser gestalten, oder sich doch wenigstens eine lebhaftere und allgemeinere Neigung der Betheiligten für diese Melioration kundgeben würde. Als daraufhin Anfang der sechziger Jahre einige gröfsere mit ihren Wiesen an die Inster grenzenden Gutsbesitzer auf gemeinschaftliche Kosten ohne wesentlichen Erfolg noch versucht hatten, durch Baggerungen in der unteren Inster sich gegen deren Ueberfluthungen zu schützen, wurde die Melioration des Insterthales im Jahre 1863 aufs neue durch eine Immediat-Eingabe von Grundbesitzern aus dem im Ragniter Kreise gelegenen Dorfe Girrehnen in Anregung gebracht, worauf der damalige Meliorations-Bauinspector in Königsberg, jetzige Ober-Baudirector A. Wiebe beauftragt ward, an Ort und Stelle die Verhältnisse, sowie die Ausführbarkeit der alten Entwürfe und Vorschläge zur Melioration des Insterthales zu prüfen und nöthigenfalls einen neuen Entwurf aufzustellen.

b) Denkschrift von Wiebe.

Die Ergebnisse dieser an der Hand der bisherigen Vorarbeiten und des Anders'schen Gutachtens und Entwurfs ange-

stellten Ermittlungen, sowie auch die neu in Vorschlag gebrachten Abhülfe-Maſsnahmen sind in einer von Wiebe im Juli 1864 eingereichten Denkschrift zusammengefaſst. Zunächst sind in dieser Denkschrift die Ortsverhältnisse und die ungünstigen Vorfluthverhältnisse im Inster- und oberen Pregelthale ziemlich in gleicher Weise wie in dem technischen Gutachten von Anders geschildert. Sodann glaubte Wiebe zur Beurtheilung der höchst eigenthümlichen und verwickelten Wasserverhältnisse den amtlichen Beobachtungstabellen der Wasserstände an den Pegeln bei Pelleningken, Georgenburg, Insterburg und Gr.-Bubainen aus den Jahren 1851 bis 1863 eine besondere Beachtung schenken zu müssen, wobei die Natur der schädlichen Sommeranschwellungen in der Inster und der Einfluſs, welchen die Vereinigung mit der Angerapp einerseits und der Stau der Bubainer Mühlen andererseits darauf äuſsern, durch zeichnerische Darstellung über den Verlauf derselben an den verschiedenen Pegeln möglichst übersichtlich zur Anschauung gebracht wurde.

Nach den aus den Pegelbeobachtungstabellen gewonnenen Ergebnissen kam Wiebe zu dem Schluſs, daſs der Mühlenstau bei Gr.-Bubainen nur mehr einen geringen Einfluſs auf die Ueberfluthungen im Insterthale ausübe, daſs vielmehr deren Hauptursache darin bestehe, daſs das Bett des Pregels, vorzugsweise das Hochwasserprofil von der Einmündung der Inster abwärts bis Gr.-Bubainen viel zu enge sei, um die ihm zuströmenden Wassermassen mit hinreichender Schnelligkeit abzuführen. Die von Anders ausgesprochene Ansicht, daſs bei eintretendem Hochwasser in der Angerapp häufig eine lebhafte Einströmung des Wassers in das Insterthal stattfinde, wobei sich an der Mündung der Inster eine Wasserscheide bilde und das Angerapphochwasser von hier in beiden entgegengesetzten Richtungen hinflieſse, wurde von Wiebe als irrig bezeichnet, da nach seinen Ermittlungen das Wasser bei Georgenburg nie einen höheren Stand gehabt habe, als bei Pelleningken. Spätere ganz zuverlässige Ermittlungen haben aber die Richtigkeit der Anderschen Ansicht unzweifelhaft bewiesen, besonders, daſs beim Frühjahrshochwasser fast immer, aber auch bei Sommerüberfluthungen keineswegs selten der Wasserstand am Pegel bei Georgenburg unbedingt höher steht, als an dem Pegel zu Pelleningken, sodaſs naturgemäſs eine Rückströmung ins Insterthal stattfinden muſs, die auch vielfach schon mit bloſsem Auge an Schwimmkörpern beobachtet werden konnte.

Obschon nun Wiebe die im Insterthale immer verderblicher auftretenden Ueberfluthungen in vieler Beziehung ganz anderen Ursachen als Anders, theilweise sogar den zum Nutzen der Schiffart angelegten Buhnen im oberen Pregel zuschrieb, erkannte er doch an, daſs durch Ausführung des von Anders vorgeschlagenen Meliorationsplanes diese Uebelstände aufs gründlichste beseitigt werden könnten, indem hierdurch das ganze Gefälle der Bubainer Mühlen für die Vorfluth der Inster gewonnen, für deren Fluſsthal ein Zustand ähnlich dem vor Anlage des Mühlenstaues wieder hergestellt und hier eine so gründliche Senkung des Wasserspiegels bewirkt werde, daſs von Versumpfung und unzeitiger Ueberschwemmung durch Hochwasser kaum mehr die Rede sein könnte. Auch sprach Wiebe die Ansicht aus, daſs das Profil des Pregels zur Abführung des Angerapp-Wassers allein ausreichen, etwaige Anschwellungen desselben aber, welche höchstens in das scharf begrenzte Bett der Angerapp zurückstauen könnten, völlig unschädlich vorübergehen dürften.

Die dem Anderschen Plane entgegenstehenden Bedenken und Hindernisse faſste Wiebe in folgenden Hauptpunkten zusammen:

1. Die Besitzer der Pregelwiesen von Nettienen und Leipeningken abwärts bis zur Einmündung des in Vorschlag gebrachten Instercanals in den Pregel hätten von dessen Ausführung durchaus keinen Nutzen, im Gegentheil von demselben wegen Durchschneidung ihrer Wiesen nur Wirthschaftserschwernisse und infolge der Entziehung der sehr fruchtbaren Frühjahrsüberfluthungen nur eine Verschlechterung ihrer jetzt vorzüglichen Wiesen zu erwarten. Dieselben würden deshalb, wie bereits schon geschehen, ganz entschieden und um so wirksamer gegen die Durchführung des Meliorationsentwurfs Einspruch erheben, da sich unter ihnen Persönlichkeiten von weitgehendem Einflusse befänden. Unzweifelhaft würde unter diesen Umständen der Grund und Boden für den neuen Instercanal nur im Wege der Zwangsenteignung und nur zu ganz ungewöhnlich hohen Preisen zu haben sein.

2. Gegen die seitliche Ableitung eines sehr bedeutenden, vielleicht des dritten Theiles des Betriebwassers würde der Besitzer der Mühlen in Gr.-Bubainen mit vollem Recht Einspruch erheben. Die demselben etwa hierfür zu gewährende Entschädigung müſste unzweifelhaft eine sehr bedeutende sein. Ueberdies könnte die Einmündung der Inster in das Unterwasser der Mühle leicht eine Hebung desselben und somit einen Rückstau unter die Mühlenräder zur Folge haben, während das sämtliche Eis der Angerapp, von welchem jetzt ein groſser Theil bei Leipeningken über die Wiesen abgeführt werde, in der Folge seinen Weg über den Ueberfall bei Gr.-Bubainen nehmen müſste.

3. Schlieſslich ständen die sehr erheblichen Ausführungskosten von rund 490000 ℳ mit dem zu erzielenden Erfolge in keinem richtigen Verhältniſs, besonders wenn, wie mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen sei, mit Rücksicht auf die zu 1. und 2. zu gewährenden hohen Entschädigungssummen der vorgesehene Betrag bei weitem nicht ausreichen würde.

Wiebe glaubte hiernach entschieden von dem Anderschen Plane abrathen zu müssen, so überaus wirksam auch seine Ausführung sein würde. Derselbe schlug statt dessen in seiner Denkschrift vor, zunächst durch eine angemessene Erweiterung des Pregelbettes von der Instermündung abwärts bis Bubainen und durch den Bau einer entsprechend groſsen Freischleuse bei letzterem Orte auf eine schnellere Abführung des Hochwassers hinzuwirken, sodaſs das Sommerhochwasser ohne wesentlichen Aufstau an der Instermündung abgeführt werden könne. Diese Erweiterung des Pregelbettes sollte in Rücksicht auf die Schiffahrt nur über dem mittleren Wasserstande durch Abgrabung der beiderseitigen wasserfreien Ufer in einer durch Rechnung zu bestimmenden Breite erfolgen, und mit der hierbei gewonnenen Erde sollten auſserhalb der Abgrabung wasserfreie Dämme hergestellt werden. Mit dieser Erweiterung des Hochwasserprofils war auch noch eine Regelung und theilweise Vertiefung der Fluſssohle im Pregel und ebenso in der Inster von ihrer Mündung bis oberhalb Pelleningken mit einer möglichsten Geradelegung derselben in Aussicht genommen, derart, daſs auch bei mittleren Wasserständen das verfügbare Gefälle zwischen Pelleningken und Bubainen auf diese Fluſsstrecke gleichmäſsig vertheilt werden sollte.

Durch die Beseitigung der Untiefen im Pregel hoffte Wiebe zunächst der Schiffahrt zu nützen, besonders aber hierdurch im Verein mit den anderen geplanten Arbeiten einen so raschen

Abflufs des Hochwassers und eine so erhebliche Senkung in dessen Wasserspiegel herbeizuführen, dafs das Sommerhochwasser der Angerapp nicht mehr in das Insterthal zurückstauen könne. Aber auch für den mittleren Wasserstand wurde im Insterthale noch eine solche Senkung erwartet, dafs hier auf den grofsen und niedrig gelegenen Wiesenflächen nach Ablauf des Frühjahrshochwassers eine rechtzeitige und genügende Abwässerung erfolgen und hiermit der Versumpfung daselbst ein Ziel gesetzt werden könne. Ueberdies sollte im Insterthale mit der Aushuberde eine Erhöhung der niedrig gelegenen Uferstrecken gegen das fernere Uebertreten des Sommerhochwassers vorgenommen und in zweckentsprechender Weise dafür Sorge getragen werden, dafs das von den Höhenrändern in gröfseren und kleineren Bächen dem Insterthale zuströmende fremde Wasser den Wiesen nicht mehr schaden könne.

Wiebe erachtete die bis dahin ausgeführten Vorarbeiten, besonders bei dem gänzlichen Mangel von zuverlässigen Ermittlungen über die von den einzelnen Flüssen abgeführten Wassermengen nicht für genügend, um daraufhin die zur Melioration des Insterthales von ihm in Vorschlag gebrachten Arbeiten und Bauausführungen im einzelnen feststellen und veranschlagen zu können. In seiner Denkschrift sind deshalb die Kosten nur ganz allgemein abgeschätzt und zwar:

1. für die Erweiterung des Hochwasserprofils und Regelung der Flufssohle im Pregel auf . . . . . 150000 ℳ
2. für die Erbauung der massiven Freischleuse bei Grofs-Bubainen auf . . . . . . 24000 „
3. für die Regelung und Geradelegung des Insterflusses in seinem unteren Theile bis Sefslacken . . . . 36000 „
4. für die Regelung des Insterflusses zwischen Sefslacken und Skaticken, für die Regelung, theilweise Verlegung und Eindeichung der in dieser Strecke gelegenen gröfseren Seitenzuflüsse an den Einmündungsstellen in das Insterthal, Anlage von Canälen zur Abfangung der kleineren Bäche und Wasserläufe usw. auf . . . . 105000 „
5. für die Meliorationsarbeiten in dem Laugaller Seitenthale oberhalb Skaticken, Anlage eines geräumigen Vorfluthgrabens, Abschneiden der Höhengewässer, Anlage einer Schleuse gegen das unzeitige Zurückstauen des Insterwassers in dieses Thal usw. auf . . . . . . 63000 „

zusammen auf 378000 ℳ

Die für die Anfertigung geordneter Vorarbeiten und Aufstellung eines zur Ausführung geeigneten Meliorationsentwurfs erforderlichen Geldmittel sind schliefslich von Wiebe in seiner Denkschrift auf 6000 ℳ ermittelt.

In den gutachtlichen Bemerkungen der Abtheilung für Bauwesen über diese Denkschrift wurde zunächst anerkannt, dafs die von Wiebe gegen den Anderschen Entwurf vorgebrachten Bedenken wichtig genug seien, andere wirksame Mittel zur Melioration des Insterthales ins Auge zu fassen, dafs auch die von demselben in der Denkschrift vorgeschlagenen Anlagen wohl geeignet sein dürften, die Landescultur-Verhältnisse des Insterthales wesentlich zu fördern, insbesondere durch die Erweiterung des Fluthprofils des Pregels die beabsichtigte Senkung des Hochwasserspiegels herbeizuführen, welche nach dem jedesmaligen Erfordernisse noch wirksam durch die vorgesehene Freischleuse bei Bubainen gefördert werden könne. Auch wäre von der vorgeschlagenen Regelung des Pregels und des Insterflufsbettes eine wirksame Abwässerung der tiefgelegenen Wiesenfläche zu erwarten, während überdies für die Schiffbarkeit des Pregels zwischen Bubainen und Insterburg ein von Dämmen eingeschlossenes gleichmäfsiges Profil, wie solches von Wiebe beabsichtigt werde, nur von Nutzen, zur Abhaltung der schädlichen Sandablagerungen bei Hochwasser in der Angerapp fast unentbehrlich sein würde.

Auf Grund dieser gutachtlichen Bemerkungen der Abtheilung für Bauwesen, in welchen auch die Nothwendigkeit der von Wiebe vorgeschlagenen Vorarbeiten anerkannt war, wurde Ende 1864 von dem Minister für die landwirthschaftlichen Angelegenheiten die weitere Ausarbeitung eines den vorangegebenen Wiebeschen Grundzügen, sowie besonders eines den Bedürfnissen und Kräften der Betheiligten entsprechenden Planes zur Beseitigung der Uebelstände im Insterthale angeordnet und der Regierung zu diesem Zwecke ein Betrag von 6000 ℳ überwiesen.

Die Ergänzung der Vorarbeiten mit Ausnahme der örtlichen Ermittlung der Wassermengen in den betreffenden Flüssen bei wechselnden Wasserständen wurde im Jahre 1865 ausgeführt. Eine sehr störende Verzögerung erlitt die fernere Bearbeitung dieses Entwurfs zunächst im Frühjahr 1866 durch die Versetzung des Meliorations-Bauinspectors Wiebe sowie durch den im Sommer 1866 ausgebrochenen Krieg und dann wieder im Jahre 1867 durch die ganz ungewöhnlich hohen und lange andauernden Sommerüberfluthungen im Insterthale, welche schon eine theilweise Umarbeitung des noch unfertigen Planes nöthig machten, sodafs derselbe erst im April 1868 der Regierung eingereicht werden konnte.

c) Entwurf von Kuckuck auf Grundlage der Denkschrift von Wiebe.

Nach der Versetzung des Meliorations-Bauinspectors Wiebe übernahm dessen Amtsnachfolger Kuckuck, welcher im Jahre 1878 als Regierungs- und Baurath in Gumbinnen verstarb, im Sommer 1866 die weitere Bearbeitung des Planes zur Melioration des Insterthales zunächst genau nach Wiebeschen Annahmen und Vorschlägen, schliefslich jedoch mit Abweichungen, wie solche ihm nach Beobachtung der aufserordentlichen Sommerfluthen des Jahres 1867 zweckmäfsig und nothwendig erschienen. Die Hauptabweichung bestand in der Fortlassung der von Wiebe vorgeschlagenen Freischleuse bei Bubainen, welche Kuckuck mit Rücksicht auf den gleichzeitig hohen Unterwasserstand bei Hochfluthen für wenig wirksam und deshalb für überflüssig hielt. Aus den amtlichen Pegeltabellen führte derselbe den Nachweis, dafs bei höheren Sommerfluthen die durch den Ministerialbescheid vom 27. Juli 1850 für den höchsten Sommer-Mühlenstau festgesetzte Höhe von 3,60 m am Pegel zu Bubainen nicht nur ziemlich regelmäfsig vom Oberwasser, sondern auch öfter vom Unterwasser überschritten werde, wie dies noch bei dem anhaltenden Sommerhochwasser des Jahres 1867 wiederholt beobachtet worden sei. Hierbei steige das Unterwasser verhältnifsmäfsig viel schneller und höher als das Oberwasser, sodafs die Stauhöhe immer geringer werde und bei einem vermehrten Zuflusse ins Unterwasser schliefslich ganz verschwinden müsse, ohne dafs hierdurch der Hochwasserspiegel im Oberwasser merk-

lich gesenkt werden könne, wenn nicht gleichzeitig für eine Verbesserung der Vorfluth unterhalb Sorge getragen werde. Durch Anlage einer Freischleuse bei Bubainen könnten somit für die unterhalb gelegenen Grundstücke große Nachtheile, für die oberhalb gelegenen, besonders aber für das entfernte Insterthal keine wesentlichen Vortheile herbeigeführt werden. Kuckuck glaubte deshalb die alten Stauverhältnisse bei Bubainen, unter denen der Wiesenwuchs sich vortheilhaft entwickele, im wesentlichen beibehalten und von der Anlage einer Freischleuse daselbst absehen, statt dessen aber den in der Denkschrift von Wiebe angenommenen Ueberfall bei Nettienen, welcher nur zur Entlastung der neuen Inster- und Pregeldeiche beim Frühjahrshochwasser dienen und auch den Pregelwiesen nach wie vor die fruchtbringenden Frühjahrsüberfluthungen erhalten sollte, so anordnen zu müssen, dafs bei höheren Sommerfluthen ein Theil des Wassers über denselben nach der tiefer gelegenen Droje abfliefsen könne. In dem hiernach im einzelnen ausgearbeiteten Entwurf wurde von Kuckuck das zu erweiternde Pregelbett so bemessen, dafs dasselbe die Wassermassen, welche bei unverändertem Mühlenstau eine Pegelhöhe von 3,6 m bei Bubainen bedingen, reichlich fassen sollte; überdies war, soweit erforderlich, eine Eindeichung der Ufer angenommen, um bei gröfseren Zuflüssen unzeitige Ueberfluthungen zu verhüten. Mit Rücksicht auf die für die Sommermonate als zulässig festgesetzte höchste Wasserspannung bei Bubainen sollte das Wehr bei Nettienen schon in Anspruch genommen werden können, sobald das Oberwasser am Mühlenstau 3,6 m überschreite. Nur wenn der Wasserzuflufs so stark werde, dafs die zum Abflufs erforderliche Druckhöhe über den Wehrrücken bei Nettienen auch einen höheren Wasserstand bei Bubainen bedinge, sollte die Ueberschreitung von 3,6 m daselbst zu billigen sein. Von den auf 220 cbm ermittelten gröfsten Sommerwassermassen sollten höchstens nur etwa 140 cbm, welche nach den angestellten Berechnungen bereits einen Oberwasserstand von 4,4 m bei Bubainen erforderten, durch die Mühlen daselbst, und der Rest mit 80 cbm bei Nettienen abfliefsen, während beim höchsten Frühjahrshochwasser 528 — 140 = etwa 388 cbm unter der gleichen Druckhöhe, wie beim höchsten Sommerwasserstande, hier Vorfluth finden sollten. Um diesen verschiedenen Anforderungen, sowie auch noch der Nothwendigkeit einer ungehinderten Eisabführung bei Nettienen genügen zu können, wurde als zweckmäfsigste Vorrichtung ein Nadelwehr gewählt. Hierdurch glaubte Kuckuck durch die Möglichkeit einer Bewässerung des Pregelthales unterhalb Nettienen den Wiesenbesitzern in trockenen Jahren einen besonderen Vortheil zuwenden zu können, während der bisherige Zustand bezüglich der Frühjahrsüberfluthungen daselbst nicht wesentlich geändert werde. Im übrigen war im Plane angenommen, dafs die Flufssohle durchschnittlich 1,6 m unter dem mittleren Wasserstande liegen und deren Gefällverhältnifs

zwischen Bubainen und Georgenburg . .	1:6690
„ Georgenburg und Pelleningken .	1:9733
„ Pelleningken und Burchardsbrück	1:7200
„ Burchardsbrück und Kraupischken	1:3800
im Seitenthal von Laugallen bis Laskowethen	1:2880
und weiter oberhalb	1:5760

betragen sollte.

Die Bemessung des Hochwasserprofils erfolgte für die einzelnen Strecken nach Mafsgabe der abzuführenden gröfsten Wassermassen; von der Herstellung eines besonderen Profiles für die Sommerfluthen wurde hierbei in Rücksicht auf die im Vergleich zum Nutzen unverhältnifsmäfsig grofsen Kosten abgesehen. Die Kosten der ganzen Melioration, deren Nutzen sich ziemlich gleichmäfsig auf etwa 5150 ha Grundflächen erstrecken sollte, betrugen nach dem von Kuckuck gefertigten Anschlage 885000 ℳ, sodafs ungefähr 172 ℳ auf 1 ha Anlagekosten entfielen, wobei sich der jährliche Reinertrag um mindestens 24 ℳ erhöhen sollte.

Dieser Entwurf wurde demnächst den Betheiligten zur Beschlufsfassung vorgelegt, erfuhr aber fast allseitigen Widerspruch, besonders wegen der Höhe der Kosten, die, wie die genaue Veranschlagung zeigte, von Wiebe wesentlich unterschätzt worden war, im besonderen aber noch von einigen Pregelwiesen-Besitzern, weil die von Wiebe vorgeschlagene Erweiterung des Pregelbettes von Nettienen bis Bubainen nur ungenügende und die Freischleuse bei Bubainen in dem Entwurf gar keine Berücksichtigung gefunden hatte, dagegen bei Nettienen an Stelle eines Ueberfalls für das Frühjahrshochwasser ein Nadelwehr angenommen war, von welchem die betreffenden Besitzer nur unzeitige und schädliche Sommerüberfluthungen ihrer Wiesen befürchteten.

Die Insterthal-Betheiligten erklärten sich zwar mit dem Entwurf, insoweit sich derselbe auf die Regelung der Inster bezog, einverstanden, verlangten jedoch einstimmig, dafs nach dem Andersschen technischen Gutachten die Inster mittels eines gesonderten Canals unterhalb Bubainen in den Pregel geführt werden solle, da sie nur durch ein solches Mittel die vollständige Beseitigung der Uebelstände, unter denen sie litten, erhoffen könnten, und nur für ein solches Vornehmen eine überwiegende Mehrzahl zu gewinnen sein würde.

Gegen beide Entwürfe, sowohl den Andersschen, dessen Hauptgegner er von jeher gewesen war und auch in der Folge blieb, als auch gegen den von Kuckuck weiter bearbeiteten und theilweise abgeänderten Wiebeschen Entwurf erhob ganz entschieden der in dieser Angelegenheit sehr einflufsreiche von Simpson-Georgenburg Widerspruch.

d) Entwurf von Kuckuck nach dem technischen Gutachten von Anders.

Bei dieser Sachlage und im Hinblick auf die Wichtigkeit und Verschiedenheit der in Betracht zu ziehenden Rücksichten erschien es der Gumbinner Regierung geboten, der Mehrzahl der Meistbetheiligten zu entsprechen und zunächst noch den von Anders in seinem technischen Gutachten vom Jahre 1852 in Vorschlag gebrachten Entwurf, dessen günstiger Erfolg nach dem übereinstimmenden Urtheil aller betheiligten Techniker, sowie auch durch seine jedermann ins Auge fallende Einfachheit ganz zweifellos erschien, von Kuckuck im einzelnen bearbeiten und veranschlagen zu lassen, um hierdurch einen genauen Vergleich beider Entwürfe bezüglich ihrer technischen und die Kosten betreffenden Vorzüge zu ermöglichen. Kuckuck, der von vornherein die Durchführung des Andersschen Entwurfs für die beste und günstigste Lösung der schwierigen und verwickelten Aufgabe hielt und die von Wiebe gegen denselben vorgebrachten Bedenken in keiner Beziehung theilte, unterzog sich der neuen Aufgabe mit einem solchen Eifer, dafs der von ihm nach den Andersschen Angaben sorgfältig bearbeitete und genau veranschlagte Entwurf bereits anfangs Februar 1869 den Betheiligten vorgelegt werden konnte.

Kuckuck behielt von Georgenburg abwärts bis zur Grenze der Gemarkung Sterkeningken und der Domäne Saalau im allgemeinen die von Anders für den Instercanal vorgeschlagene Linie bei, es erschien ihm aber zweckmäfsiger, den Canal von hier ab dieser Grenzlinie entlang zu führen und, abweichend von dem Andersschen Plan, schon eine Strecke oberhalb Schwägerau in den Pregel münden zu lassen, um einerseits die Canallänge um etwa 1 km abzukürzen, andererseits auch nachtheilige und kostspielige Durchschneidungen von Grundstücken möglichst zu vermeiden. Der hochwasserfreie Canaldamm, dessen Kronenhöhe 1 m über dem bekannten höchsten Wasserstande der Angerapp bezw. des Pregels angenommen war, sollte jedoch schon innerhalb der Sterkeningker Feldmark und zwar gleichlaufend mit der Thalrichtung enden, um keinerlei Veranlassung zu einer schädlichen Verengung des Hochwasserprofils oder zu Eisstopfungen zu geben. Der Damm sollte beiderseits eine dreifache Böschungsanlage erhalten. Zur Verbindung der beiderseitigen Ufer waren Brücken über den Canal im Zuge des Bubainen-Sterkeningker Weges und beim Dorfe Sterkeningken und je eine Fähre in der Gemarkung Leipeningken und Georgenburgkehlen angenommen, während der linksseitige hochwasserfreie Damm als Verbindungsweg zu den abgeschnittenen Grundstücken dienen sollte. Bei Nettienen sollte eine etwa 1,3 km lange Pregelstrecke zum Canal gezogen und dafür ein 1,1 km langes neues Bett für den Pregel gegraben werden, dessen Sohlenbreite zu 18,8 m angenommen war.

Den Querschnittsberechnungen des neuen Instercanals waren als höchstes Sommerhochwasser 58 cbm und als höchstes Frühjahrshochwasser 138 cbm zu Grunde gelegt. Die Sohlenbreite des Canals war bei einem Gefällverhältnifs von 1:5760 zwischen Georgenburg und der Droje-Einmündung bei Sterkeningken und von 1:4800 in der unterhalb gelegenen Canalstrecke durchgehends zu 11,3 m angenommen. Mit Rücksicht auf das stärkere Gefälle erschien eine Verbreiterung der Sohle für die durch die Droje vermehrte Wasserabführung nicht geboten. Zwischen dem Fufse des linksseitigen Canaldammes und dem Rande der Canalböschung, für die beiderseits eine zweifache Anlage angenommen war, sollte zur Vermeidung von Abrutschungen ein Erdabsatz von 2 m Breite liegen bleiben.

Bei dem vorstehend angenommenen Canalgefälle konnte die Sohle des Canals oberhalb Georgenburg noch 2,5 m in das Land eingeschnitten werden, wodurch es trotz des aufserordentlich geringen Bodengefälles noch ermöglicht wurde, das Canalgefälle von 1:5760 in der zu regelnden Inster bis Stablacken — etwa 10 km oberhalb Georgenburg — beizubehalten. Weiter oberhalb bis Skaticken nahm das Gefällverhältnifs bis 1:3200 zu. Hierbei war angenommen, dafs die Sohle des Insterbettes überall 1 m unter der niedrigsten Erdbodenhöhe liegen und das Flufsprofil so grofs sein sollte, um das gewöhnliche Wasser bequem aufzunehmen und abzuführen.

Als Schutz gegen unzeitige Sommerfluthen waren im Insterthale Sommerdeiche vorgesehen, über welche die höheren Frühjahrsfluthen ungehinderten Zugang auf die Wiesen finden, deren 2 m breite Krone deshalb nur 0,3 m über dem zukünftigen höchsten Sommerwasserstande liegen und welche landwärts dreifache, nach dem Flusse zu zweifache Böschungsanlage erhalten und allseitig mit Rasen abgedeckt werden sollten. Die gröfseren in die Inster sich ergiefsenden Wasserbäche, Gräben und Fliefse sollten ebenfalls so weit als nöthig geregelt und zwischen Dämmen mit 1,25 m Kronenbreite und zweifachen Böschungsanlagen in die Inster geführt werden. Auf diese Weise war das Land, auf welches sich die Melioration erstreckte, in kleinere Polder eingetheilt, welche bei hohen Wasserständen in der Inster durch Siele vollständig von dieser abgeschlossen, aber nach Ablauf des Hochwassers nach der Inster entwässert werden konnten. Die Regelung der Gräben in diesen einzelnen Poldern, sowie die Ausführung von Randgräben am Fufse der Seitenabhänge, welche das abströmende Wasser von den Poldern abhalten sollten, besonders zu einer Zeit, wo diese selbst der Entwässerung ermangelten, war nicht mit veranschlagt und sollte den betreffenden Bewohnern überlassen werden. Im Laugaller Seitenthale war nur die Herstellung eines Haupt-Vorfluthgrabens unter möglichster Benutzung der bereits vorhandenen Gräben von der Inster aufwärts bis zur Wasserscheide angenommen und in der durch das Thal führenden Skaticken-Laugaller Strafse ein Siel, um die Einströmung der Sommerfluthen aus der Inster in das genannte Thal verhindern zu können. Um in trockenen Zeiten dem Pregel das Insterwasser ohne Schädigung der beabsichtigten Melioration zuführen zu können, hatte Kuckuck in seinem Entwurf noch die Anlage eines beweglichen Wehrs im Instercanal bei Nettienen mit einer Stauhöhe von 2,4 m vorgesehen und seitlich im Leitdeiche ein Siel von 2,5 qm Durchlafsöffnung, durch welches das angestaute Insterwasser in den Pregel abgelassen werden konnte.

Nach den gefertigten Anschlägen sollten die Ausführungskosten für diese ebenso zweckmäfsigen als bedeutenden Meliorationsanlagen betragen:

1. für den neuen Instercanal von Georgenburg abwärts bis zur Mündung in den Pregel einschliefslich der Verlegung des Pregels bei Nettienen, für Herstellung des Leitdeiches, der Brücken und Fähren, des Wehrs und Siels bei Nettienen sowie für alle Grund- und Nutzungs-Entschädigung, Bauleitung usw. . . . . 500400 ℳ
2. für sämtliche Regelungs- und Meliorationsarbeiten im Insterthale und an den Seitenzuflüssen von Georgenburg aufwärts bis Skaticken und im Laugaller Seitenthale einschliefslich aller Nebenkosten . . . . . 222300 „

zusammen 722700 ℳ,

somit im Vergleich mit dem Wiebe-Kuckuckschen Entwurf 162300 ℳ weniger.

Anders hatte freilich für die Durchführung seines Entwurfs überschläglich nur 486900 ℳ, also nach der weiteren Veranschlagung von Kuckuck 235800 ℳ zu wenig berechnet. Hiervon entfallen aber nur 61500 ℳ auf den Instercanal hauptsächlich für inzwischen gestiegene Arbeitslöhne und für die mehr geplante Wehr- und Sielanlage bei Nettienen, während der gröfsere Theil der Mehrkosten im Betrage von 174300 ℳ auf die Meliorationsanlagen im Insterthale entfällt, für welche Anders in seinem Ueberschlage nur den sehr geringen Betrag von 48000 ℳ angenommen hatte.

Bei der dann im Monat Februar 1869 abgehaltenen Versammlung der Betheiligten wurde der Anders-Kuckucksche Entwurf von sämtlichen Anwohnern des Insterthales unbedingt gutgeheifsen und von denselben beantragt, unverzüglich auf Grund desselben eine Meliorations-Genossenschaft zu bilden. Mit gleicher Einstimmigkeit und Entschiedenheit wurde aber

von den Anwohnern des Pregels gegen denselben Einspruch erhoben und gleichzeitig von diesen in Gemeinschaft mit den Vertretern der Stadt Insterburg darauf angetragen, einen neuen Plan dahin ausarbeiten zu lassen, dafs die Bubainer Mühlen angekauft, unter Fortfall des Mühlenstaues daselbst der Pregel bis Insterburg canalisirt und ein Wehr oberhalb Insterburg erbaut werden solle. Hierbei hoffte man die Wasserkraft der Bubainer Mühlen für etwa 100000 Thaler erwerben und einen Theil dieses Kaufgeldes in dem Werth der Wasserkraft wiederempfangen zu können, welche bei dem oberhalb Insterburg zu errichtenden Wehr gewonnen werden sollte. Als besonderer Vorzug für diesen Plan wurde noch hervorgehoben, dafs bei dessen Ausführung der bereits im Entwurf vorliegende und auf rund 70000 Thaler veranschlagte Neubau der Bubainer Schiffsschleuse entbehrlich werde und neben dieser Summe auch noch sonstige Stromregelungskosten erspart werden könnten, und zu erhoffen stehe, dafs der Strombaufiscus diese ersparten Baukosten als Beitrag zum Ankauf der Bubainer Mühlen bezw. zur Ausführung des Meliorationsentwurfs bewilligen werde. In solcher Weise glaubte man dieses Vorhaben mit wesentlich geringeren Kosten, als für den Anders-Kuckuckschen und Wiebe-Kuckuckschen Plan berechnet seien, durchführen und überdies auch noch eine für den Dampfschiffverkehr geeignete Wasserstrafse bis Insterburg schaffen zu können. Auch dieser Entwurf war bereits früher bei der ersten Anderschen Vorlage zur Sprache gekommen und näher erörtert worden.

Die Abtheilung für Bauwesen im Handelsministerium hatte schon in ihrem Gutachten vom August 1855 neben den von der Durchführung dieses Entwurfs zu erwartenden Vortheilen auf die demselben entgegenstehenden Bedenken hingewiesen, besonders darauf, dafs durch die grofse Senkung des Wasserspiegels zwischen Grofs-Bubainen und Insterburg von 2,5 m die nebenliegenden Pregelwiesen zu trocken, die Schiffahrt nach Insterburg wenigstens eine Zeit lang ganz unterbrochen und die zur Verbesserung derselben bisher verwendeten grofsen Kosten nutzlos werden dürften. Es würde ein $2^1/_2$ m tieferes Flufsbett auf 12 km Länge ausgebaggert und die neuen Ufer würden gegen Abbruch gesichert werden müssen; die Bubainer Mühlen würden bei ihrer bedeutenden Wasserkraft nur für einen sehr hohen Kaufpreis zu erlangen sein und der Werth der durch Anlage eines neuen Stauwehrs oberhalb Insterburg zu gewinnenden Wasserkraft würde jedenfalls nur in einem geringen Verhältnisse zu den aufzuwendenden Kosten stehen. Eine genauere Beurtheilung der Kosten sowie der Vortheile und Nachtheile dieses Entwurfs wäre zwar erst nach einer weiteren Bearbeitung und Veranschlagung möglich, jedoch stehe kaum zu erwarten, dafs die Kosten geringer sein würden, als bei dem geplanten Instercanal, dessen günstiger Erfolg von keiner Seite bezweifelt werde. Da aber dieser neue Vorschlag wohl geeignet erschien, alle Betheiligten zu vereinigen, und nachdem das früher dagegen vorgebrachte Bedenken, dafs dadurch die Pregelwiesen zu trocken gelegt werden könnten, von denselben selbst nicht mehr aufrecht erhalten wurde, glaubte auch die Gumbinner Regierung, diesem Entwurf näher treten zu müssen, und beauftragte mit Genehmigung des Ministers für die landwirthschaftlichen Angelegenheiten den damaligen Kreis-Bauinspector in Insterburg, jetzigen Regierungs- und Baurath in Schleswig, Becker, von dem bereits die erste Anregung zu diesem Entwurfe ausgegangen war, mit dessen Ausarbeitung und Veranschlagung.

e) Der Entwurf von Becker.

Dem erhaltenen Auftrage kam Becker bis zum Mai 1869 nach. Der Schwerpunkt des von ihm bearbeiteten Meliorations-Entwurfs beruhte in der gänzlichen Beseitigung des Mühlenstaues in Grofs-Bubainen und Verlegung desselben nach Insterburg, um hierdurch das für eine zweckmäfsige und vollständige Abwässerung des unteren Insterthales nothwendige Gefälle zu gewinnen. Hierzu wurde eine Senkung des Pregelwasserspiegels an der Instermündung bei gewöhnlichem niedrigen Sommerwasser von 2,0 m und bei mittlerem Sommerwasser von 1,67 m für nöthig und auch für genügend erachtet, während das zukünftige höchste Sommerwasser bis zu 2,04 m am Pegel von Georgenburg und 3,76 m am Pegel in Grofs-Bubainen gesenkt werden sollte.

Zu diesem Zwecke war eine durchgehende Vertiefung und Canalisirung des Pregels zwischen Insterburg und Grofs-Bubainen mit regelmäfsigem, den abzuführenden Wassermassen entsprechend zu erweiterndem Durchflufsprofil vorgesehen. Mit Rücksicht auf die Schiffahrt, für welche bei gewöhnlichem niedrigen Sommerwasserstande eine Fahrtiefe von 1,4 m angenommen war, sollte die Sohle des mit zweifacher Böschungsanlage vertieften Flufsbettes auf der genannten Flufsstrecke durchgehends eine Breite von 15,7 m und ein gleichmäfsiges Gefällverhältnifs von 1 : 6500 erhalten, wobei deren Höhenlage am Pegel in Insterburg auf — 2,2 m und am Pegel in Grofs-Bubainen auf — 0,31 m angenommen war. Von der Instermündung abwärts bis Grofs-Bubainen war in der ungefähren Höhe des zukünftigen Mittelwassers eine der beabsichtigten Senkung des Sommerhochwassers entsprechende seitliche Erweiterung des Flufsprofils angenommen, welche thunlichst nur an einer Flufsseite, wie es der Oertlichkeit am besten entsprach, ausgeführt werden sollte, um den Grunderwerb hierdurch zu ermäfsigen und die vorhandenen, mit Weidenwuchs gedeckten Flufsufer so weit als möglich unberührt zu lassen. Für diese Profilerweiterung war eine anderthalbfache Böschungsanlage und eine Deckung der neuen Böschung mit Weidenspreutlage vorgesehen, während dagegen die Sohle der Profilerweiterung statt durch Weiden durch Graswuchs festgelegt werden sollte, um eine allmähliche Wiedererhöhung zu vermeiden.

In der zwischen Insterburg und Klein-Bubainen mit Rücksicht auf die Schiffahrt bereits geregelten Pregelstrecke sollten die Buhnen thunlichst erhalten bleiben und, wenn deren Senkung infolge der ansehnlichen Vertiefung der Stromrinne von selbst nicht genügend eintrete, entsprechend abgetragen und deren Köpfe bis zu der angenommenen Sohlenbreite von 15,7 m mit zweifacher Böschungsanlage ausgebaut werden. Die ausgebaggerten Erdmassen sollten theilweise zwischen den Buhnen, soweit das angenommene Normalprofil dieses gestattet, verschüttet, theilweise zur Ausfüllung von tieferen Flächen in den Seitenländereien verwendet, zum gröfseren Theil aber mit den aus der oberen Profilerweiterung auszuschachtenden Erdmassen zusammen seitwärts längs dem Flufslaufe aufgeschüttet werden. Damit diese Schüttungen die Frühjahrsüberfluthungen nicht hinderten, sollten dieselben abwechselnd nur auf einer Seite des Flusses aufgeführt werden. Für die Regelungs- und Eindeichungs-Arbeiten im Insterthale hatte Becker den unter d) beschriebenen Meliorationsentwurf von Kuckuck zu Grunde gelegt und angenommen, dafs letzterer von Pelleningken aufwärts ganz unverändert zur Ausführung kommen sollte, während weiter

unterhalb bis Georgenburg und darüber hinaus bis zur Einmündung in den Pregel das für die Inster-Regelung von Kuckuck angenommene Sohlengefälle-Verhältnifs von 1 : 5760 von Becker auf 1 : 7200 vermindert werden mufste, um an der Instermündung in der Höhe der vertieften Sohle des Pregels auszulaufen. Ferner hatte Kuckuck eine Senkung des höchsten Inster-Sommerhochwassers bei Georgenburg auf + 1,36 m am Pegel und Becker nur eine solche auf + 2,04 m am Pegel angenommen, weshalb in dem Beckerschen Entwurf auf eine entsprechende höhere Lage der Sommerdeiche bei Georgenburg Bedacht genommen werden mufste. Der für die Durchführung dieses Planes nöthige Kostenaufwand war von Becker auf 315600 Thaler oder 946800 ℳ berechnet, von denen entfallen sollten:

1. auf die Erd-, Bagger-, Böschungs- und Regelungsarbeiten am Pregel zwischen Insterburg und Grofs-Bubainen einschliefslich aller Grund- und Nutzungs-Entschädigung sowie des Neubaues eines massiven Grundwehrs bei Insterburg, der Kosten für die Bauleitung und Aufsicht usw.	531000 ℳ
2. auf die sämtlichen Regelungs- und Meliorationsarbeiten im Insterthale von der Einmündung der Inster in den Pregel aufwärts bis Skaticken und im Laugaller Seitenthale bis zur Wasserscheide einschliefslich aller Nebenkosten	265800 „
3. auf die Verlegung der Bubainer Mühlen nach Insterburg gemäfs überschläglicher Berechnung	150000 „
zusammen	946800 ℳ
Hierbei war angenommen, dafs rund . .	216000 ℳ,
welche der bereits veranschlagte Neubau der Schiffsschleuse bei Bubainen kosten sollte, als zu Gunsten der Schiffahrt verwendet, vom Strombaufiscus übernommen werden würden, sodafs die zu bildende Meliorations-Genossenschaft noch	730800 ℳ
aufbringen sollte.	

Der Neubau dieser Schiffsschleuse bei Bubainen in gröfseren Abmessungen, tieferer Lage und anderer Bauart, als die bestehende, war nämlich schon längst eine allgemein erkannte Nothwendigkeit, indem die bestehende Schleuse bei niedrigem Sommerwasserstande infolge der zu hohen Lage des Unterdrempels und der Kammersohle die Schiffahrt nicht nur belästigte, sondern oft vollständig unterbrach. Demgemäfs war bereits im Jahre 1867 ein von den verschiedenen Behörden gutgeheifsener Entwurf zum Neubau im einzelnen ausgearbeitet und auf 72700 Thaler oder 218100 ℳ veranschlagt worden, von denen nach den aufgestellten Berechnungen 15932 Thaler oder 57796 ℳ auf die Verpflichtungen der Bubainer Mühlen, der Rest auf den Wasserbaufiscus entfielen.

Nach Vornahme einiger bei der Prüfung seitens des Regierungs- und Bauraths v. Derschau als nöthig erkannten Berichtigungen und Ergänzungen wurde der Beckersche Entwurf im April 1870 den Hauptbetheiligten vorgelegt und von denselben im allgemeinen als zur Melioration des Insterthales geeignet angenommen, worauf dessen Genehmigung bei dem Minister der landwirthschaftlichen Angelegenheiten nachgesucht und gleichzeitig von dem Handelsminister ein Zuschufs von 216000 ℳ für die durch Ausführung der Melioration in Wegfall kommende Schiffahrtsschleuse und für Herbeiführung noch anderer Schiffahrtsverbesserungen erbeten wurde. Zur bautechnischen Nachprüfung des Beckerschen Meliorationsentwurfs wurde dann zunächst noch eine örtliche Prüfung für nothwendig erachtet, welche von dem Geheimen Ober-Baurath Lüddecke im August 1871 vorgenommen wurde. Bei dieser ergab sich, dafs der Entwurf wohl geeignet sei, den Uebelständen der unzeitigen Ueberschwemmungen im Insterthale und der Pregelwiesen dauernd Abhülfe zu schaffen und dafs die Unterlagen auch zur Verhandlung mit den Betheiligten genügten. Ferner erschien die Annahme gerechtfertigt, dafs infolge der fraglichen Melioration der Schiffahrt kein Hindernifs entstehe und die Fahrwassertiefe in der bezüglichen Pregelstrecke nicht werde vermindert werden; doch wurden andererseits noch mancherlei Vervollständigungen und Ergänzungen der Entwurfsarbeiten für erforderlich erachtet, um den Werth der aus der Ausführung der Melioration für die Wasserbauverwaltung zu gewärtigenden Vortheile und Nachtheile bemessen zu können. Diese Ergänzung der Anschlagsausarbeitung wurde hiernach von Becker bis Ende März 1872 bewirkt und gleichzeitig das Betheilungsgebiet näher festgestellt, auch wurden die Verhandlungen über die Bildung eines Verbandes zur Ausführung des Beckerschen Entwurfs nach der mafsgebenden Anweisung vom 10. October 1857 weitergeführt.

Bei der ersten Veranschlagung hatte Becker vorausgesetzt, dafs in betreff der Bubainer Mühlen mit dem Besitzer ein Abkommen dahin getroffen werden könne, dafs demselben die bei Insterburg zu schaffende Wasserkraft mit einem Staurechte von 2,2 m am Pegel in Insterburg und aufserdem für die Verlegung der Bubainer Mühlenwerke mit allen Nebenbaulichkeiten eine Summe von 150000 ℳ gewährt werde; ferner, dafs die Wasserbauverwaltung den für den Neubau der Bubainer Schiffsschleuse veranschlagten Kostenbetrag von 216000 ℳ unverkürzt für das Unternehmen zur Verfügung stellen würde. Beide Voraussetzungen erwiesen sich bei den bezüglichen Verhandlungen als unzutreffend. Der Besitzer der Mühlen forderte nämlich für das ganze Werk mit Einschlufs der Wasserkraft die Summe von 240000 Thaler oder 720000 ℳ, während der Handelsminister unter Hinweis auf mancherlei Mehrkosten, die anderweit bei Ausführung des Meliorationsentwurfs der Wasserbauverwaltung erwachsen würden, sich nur zur Hergabe von 150000 ℳ bereit erklärte. Die Gesamtkostensumme erhöhte sich hierdurch von 946800 ℳ auf 1516800 ℳ, also um 720000 — 150000 = 570000 ℳ, die bis auf den vom Handelsminister in Aussicht gestellten Staatszuschufs von 150000 ℳ, also mit 1366800 ℳ allein vom Verbande getragen werden sollten. Dagegen sollte freilich letzterer im Besitze der Bubainer Mühlen und der Wasserkraft bei Insterburg bleiben, deren Gesamtwerth Becker — entschieden viel zu hoch — mit 221000 Thaler oder 663000 ℳ in Ansatz brachte. Das Meliorationsgebiet betrug nach einer neueren Zusammenstellung 14862 Morgen oder rund 3715 ha und sollte 20 Güter und 36 Gemeinden einschliefslich der Stadt Insterburg umfassen.

In der demnächst im Mai 1872 stattgehabten Verhandlung der Betheiligten erklärten sich nur mehr die Besitzer von 1932 ha — also nur eine sehr schwache Mehrheit des Besitzstandes — für den Entwurf und vollzog das Statut unter dem ausdrücklichen Vorbehalte,

1. dafs der Genossenschaft das ganze erforderliche Capital von 455600 Thaler seitens des Staates zu den üblichen billigsten Bedingungen dargeliehen würde, und

2. dafs es derselben gelänge, die Mühlenwerke bei Bubainen vom Herzoge von Anhalt zu dem früher verlangten Preise von 240000 Thaler zu erwerben, von welchem Angebot jedoch der General-Bevollmächtigte des Herzogs bereits wieder zurückgetreten war.

Der Minister für landwirthschaftliche Angelegenheiten erklärte, die Allerhöchste Genehmigung zu dem vorgelegten Verbandsstatute mit diesen beiden Bedingungen nicht nachsuchen zu können, und verlangte zunächst deren Zurücknahme. In der hierauf Ende Juni 1872 von neuem abgehaltenen Verhandlung sprach sich schon eine entschiedene Mehrheit der Betheiligten gegen die Durchführung des Unternehmens aus und es mufste deshalb vorläufig von der Bildung einer Genossenschaft Abstand genommen werden.

In der Erwartung, dafs es bei fortgesetzten Verhandlungen doch noch gelingen werde, für die Melioration des Insterthales nach diesem Entwurfe die Zustimmung der Mehrheit der betheiligten Grundbesitzer zu gewinnen, wurde auf Antrag der Gumbinner Regierung im Herbste 1872 zunächst von dem Handelsminister genehmigt, dafs die Angerapp-Brücke in Insterburg bei dem bevorstehenden Neubau so tief gegründet werden sollte, wie jener Entwurf dies mit Rücksicht auf die beabsichtigte Vertiefung der Flufssohle daselbst erfordere. Auch erklärte der Minister für Landwirthschaft sich mit der Zusammenberufung einer gemischten Commission geeigneter technischer und ökonomischer Sachverständigen einverstanden, welche die Einträglichkeit und die Sicherheit des Unternehmens, sowie die Einwendungen der Betheiligten und insbesondere auch den schwierigen Geldpunkt eingehend prüfen und begutachten sollten, um hiernach erwägen zu können, in welchem Mafse das Unternehmen aus Staatsmitteln zu fördern sein dürfte. Unter dem Vorsitze des Commissarius des landwirthschaftlichen Ministeriums, Geheimen Ober-Regierungsrath Dannemann, trat im September 1873 diese Commission, welche aus drei wasserbautechnischen — unter diesen Kuckuck und Becker —, zwei landwirthschaftlichen und je einem gewerblichen und mühlenbautechnischen Sachverständigen bestand, in Insterburg zusammen und gab nach eingehender örtlicher Besichtigung ihr Gutachten auf Grund bestimmter Fragen im allgemeinen in günstigem Sinne für den Beckerschen Entwurf ab. Zunächst wurde zwar die Möglichkeit zugegeben, dafs die Wassermassen der Angerapp und Inster nach Beseitigung des Staues Bubainen rascher durchströmen würden und infolge dessen unterhalb eine geringe Hebung des Wasserstandes zeitweise eintreten könne. Doch würde diese wohl so unbedeutend sein, dafs sie kaum nachzuweisen sein dürfte; andererseits würden die Grundstücke unterhalb Bubainen um dieselbe Zeit, um welche die Ueberfluthung zeitiger einträte, auch früher von derselben befreit werden. Ueberhaupt seien für die unterhalb Bubainen betheiligten Pregelwiesenbesitzer nicht Nachtheile zu befürchten, für welche sie begründete Entschädigungsansprüche erheben könnten. Durch die Ausführung des Meliorationsentwurfs seien für die Schiffahrt keinerlei Nachtheile zu befürchten, im Gegentheil werde dieselbe eine wesentliche Erleichterung erfahren, wenn die Schiffsschleuse bei Bubainen, die in ihrem mangelhaften Zustande nur ein Schiffahrtshindernifs abgebe, gänzlich beseitigt und die Fahrrinne bis Insterburg geregelt und vortheilhafter gestaltet werde; auch sei durch die Verlegung des Staues nach Insterburg die Gelegenheit geboten, bei ausnahmsweise niedrigen Wasserständen durch Oeffnen der Schleusen der Flufsstrecke unterhalb zeitweise etwas mehr Wasser zuzuführen, um hier den Wasserstand für die Schiffe augenblicklich zu heben. Der Beckersche Entwurf sei, wenn die erstrebten Zwecke vollständig erreicht werden sollten, in der technischen Anordnung nicht zu trennen, und deshalb sei eine hiervon unabhängige Melioration des oberen Insterthales nicht zu empfehlen, wenn auch in der Verwaltung eine Trennung des oberen und unteren Insterthales zur Durchführung des Unternehmens wünschenswerth erscheine. Die von Becker im Anschlage vom Mai 1869 und den Nachträgen berechneten Kosten seien in Anbetracht der inzwischen eingetretenen Preissteigerungen nicht mehr ausreichend, und die Kosten der Melioration im engeren Sinne würden sich um etwa 58000 Thaler oder 174000 ℳ erhöhen, also voraussichtlich den Betrag von 323000 Thalern oder 969000 ℳ und nach Abzug des seitens des Handelsministers in Aussicht gestellten Beitrags von 150000 ℳ die Höhe von 273000 Thaler oder 819000 ℳ als den von der Genossenschaft aufzubringenden Theil erreichen; die Kosten für die Aufhebung der Bubainer Stauwerke wurden aber selbst für den Fall der Enteignung der Mühlen mit 240000 Thaler oder 720000 ℳ für vollständig genügend erachtet. Die Einnahme für die vorhandenen Gebäude und Triebwerke in Bubainen könnten aber

nur mit	19000 Thlr.
und der Werth des bei Insterburg vorgesehenen Mühlenstaues höchstens nur mit	100000 „
zusammen mit	119000 Thlr.

in Rückeinnahme kommen, sodafs nur noch ein Ausfall von 121000 Thaler zu decken bleiben würde, also 102000 Thaler mehr als nach der Annahme von Becker. Das aufzubringende Capital sei somit auf 273000 + 121000 = 394000 Thaler oder rund auf 400000 Thaler = 1200000 ℳ anzunehmen, für welches an Jahreszinsen und Tilgungsbeiträgen zu $5\frac{1}{2}$ pCt.

jährlich aufzubringen seien	22000 Thlr.
für Unterhaltung und Verwaltung	3000 „
überhaupt jährlich	25000 Thlr.

oder 75000 ℳ, sodafs die jährlichen Beiträge der Betheiligten für ein Flächenhektar durchschnittlich rund 7 Thlr. = 21 ℳ betragen würden, während der durch die Melioration zu erzielende Reinertrag des ganzen Meliorationsgebietes für einen Flächenhektar noch auf etwa 2 Thlr. oder 6 ℳ anzunehmen sei. Schliefslich glaubte die Commission aus den häufiger als in früheren Jahren wiederkehrenden Sommerüberfluthungen, sowie aus der Gestaltung der Pregelufer und des Meliorationsgebietes den Schlufs ziehen zu müssen, dafs die zur Schiffbarmachung erfolgte Einengung der Flufsprofile des Pregels durch Buhnenanlagen höchst nachtheilig auf die Vorfluth eingewirkt und eine beschleunigte Versumpfung des Insterthales herbeigeführt habe.*) Diese in keiner Weise erwiesene

*) Die bildliche Darstellung der an den Pegeln bei Pelleningken, Georgenburg, Insterburg und Gr.-Bubainen in den Jahren 1848 bis 1887 beobachteten höchsten und niedrigsten Sommerwasserstände eines jeden Jahres, sowie auch der mittleren aus den Einzeljahren, aus den auf einander folgenden fünfjährigen Zeiträumen und schliefslich aus der ganzen 40 jährigen Beobachtungszeit auf Blatt 65 zeigt deutlich, wie wenig die oft gehörte und nur zu bereitwillig geglaubte, aber nur höchst selten begründete Behauptung, dafs jede zum Vortheil der Schiffahrt ausgeführte Regelung eines Flufslaufes

Behauptung, die sich auch schon in der Denkschrift von Wiebe vorfindet, gab im Jahre 1880 dem Gutsbesitzer Hasperg in Szieleitschen und 41 anderen Wiesenbesitzern im Insterthale Veranlassung zu einer Schadenersatz-Klage gegen den Wasserbaufiscus, gegen Simpson-Georgenburg und Nettienen und Brandes-Althof wegen angeblicher Störung der Vorfluth im Insterthale durch die seitens der Verklagten angelegten Regelungsbuhnen und Uferbauten am Pregel, welche zwar vom Landgericht in Insterburg im Jahre 1883 als unbegründet abgewiesen wurde, aber gegenwärtig noch in der Berufungsinstanz am Oberlandesgericht in Königsberg schwebt. Ferner hielt die Commission es für unzweifelhaft, dafs, falls die Fluthverhältnisse des Inster- und Pregelthales bis zu den Bubainer Mühlen nicht durchgreifend verbessert würden, eine wesentliche Verschlechterung der im Meliorationsgebiete belegenen Grundstücke in immer zunehmendem Grade nothwendigerweise eintreten müsse.

Da nach diesem Gutachten die Einträglichkeit des Unternehmens, besonders in Rücksicht auf die nicht zu gewährleistenden Erfolge der Melioration, sowie auch auf die ziemlich zweifelhaften Voraussetzungen des Gutachtens bezüglich des Erwerbs der Bubainer Mühlenwerke und einer Wiederverwerthung der Wasserkraft durch eine neue Anlage bei Insterburg wenig günstig erschien, so beschränkte sich die Gumbinner Regierung im Einverständnisse des Herrn Ministers für Landwirthschaft vorläufig darauf, das Gutachten der Sachverständigen-Commission seinem wesentlichen Inhalte nach und aufserdem die Zusammenstellung der Ergebnisse desselben bezüglich der Einträglichkeit den Betheiligten durch Druck-Exemplare bekannt zu geben und deren weitere Entschliefsungen in dieser Angelegenheit abzuwarten.

Anfangs 1875 wurde sodann seitens einer Anzahl betheiligter Bewohner des Insterthales eine Petition an das Haus der Abgeordneten gerichtet, in welcher die Bittsteller auf Grund der in derselben angezogenen, aus dem Zusammenhange herausgenommenen Auslassungen in der Wiebeschen Denkschrift vom Juli 1864 und in dem Gutachten der Sachverständigen-Commission vom September 1873 die Ursachen der Versumpfung des Insterthales bezw. die steigende Erhöhung des Wasserspiegels und der Sohle des Pregels, neben dem Bubainer Mühlenstau, wesentlich der Einengung des Stromes zu seiner Schiffbarmachung durch Buhnenanlagen beimessen und deshalb die Staatsregierung für verpflichtet erachten zu dürfen glaubten, den Stromlauf des Pregels von Insterburg ab in einen solchen Zustand versetzen zu lassen, dafs dadurch die vorgenommenen Einengungen beseitigt werden und der Flufs wieder in Stand gesetzt werde, sowohl das eigene, als auch das ihm zuströmende Hochwasser der Inster, mit genügender Schnelligkeit abzuführen.

Ueber die in der Petition, welche nach dem Beschlusse des Abgeordnetenhauses vom Juni 1875 der Königlichen Staatsregierung zur Erwägung überwiesen wurde, enthaltenen Ausführungen und Behauptungen waren seitens des Herrn Handels-Ministers sofort die sorgfältigsten und eingehendsten Erhebungen angeordnet worden. Nach deren Ergebnifs, welches bei der Berathung über die Petition sowohl in der Commission, als auch im Plenum des Abgeordnetenhauses ausführlich mitgetheilt wurde, konnte die Behauptung nicht als eine berechtigte anerkannt werden, dafs die zu Gunsten der Schiffahrt ausgeführten Regelungsarbeiten im Pregel für das Insterthal nachtheilige Veränderungen herbeigeführt hätten; es wurden vielmehr die hauptsächlichen Ursachen der allmählich eingetretenen Versumpfung des Insterthales besonders in den ungünstigen Vorfluth- und Gefäll-Verhältnissen der Angerapp und Inster, und ferner in der lange vor Beginn der Regelungsbauten am Pregel im ausgedehnten Mafse seitens der anliegenden Grundbesitzer vorgenommenen Erhöhung und theilweise Bedeichung der Ufer gefunden.

Im Januar 1876 veranlafste der Herr Minister für die landwirthschaftlichen Angelegenheiten eine wiederholte Aufnahme der Verhandlungen mit den Betheiligten bezüglich des Beckerschen Meliorationsentwurfs, weniger in der Erwartung, hieraus eine Mehrheit der betheiligten Grundbesitzer für dasselbe, als dadurch eine gröfsere Klarheit zu gewinnen, ob und inwieweit es sich empfehle, auf den Anders-Kuckuckschen Entwurf wieder zurückzukommen, und ob, beziehungsweise unter welchen etwaigen Vorbedingungen, die Anwohner der Inster zu diesem Zwecke eine Meliorations-Genossenschaft zu bilden geneigt seien. Zugleich wurde der Auftrag ertheilt, über die Entstehung einiger das Pregelbett einschränkenden Dämme in den Gemarkungen Nettienen, Leipeningken und Zwion sorgfältige Ermittlungen anzustellen, besonders darüber, von wem diese Dämme angelegt worden und unterhalten werden und ob zu deren Anlage und etwaigen Veränderungen die nach dem Deichgesetze vom 28. Januar 1848 erforderliche Genehmigung eingeholt worden sei und ob verneinendenfalls eine zwangsweise Wiederherstellung des früheren Zustandes herbeigeführt werden könne. In der darauf Mitte Juni 1876 stattgehabten Verhandlung lehnten die Betheiligten die Ausführung des Beckerschen Entwurfs in seinem ganzen Umfange bezw. auf ihre alleinige Kosten einstimmig ab; dagegen erklärten sie sich der überwiegenden Mehrheit nach unter ausdrücklicher Zugrundelegung dieses Entwurfs bereit, eine Genossenschaft zu dem Zwecke zu bilden, den Lauf der Inster zu regeln, sobald die Staatsregierung, als Eigenthümer des Pregelflusses, in diesem, ohne Heranziehung der Inster-Genossen, diejenigen Anlagen ausführe, welche erforderlich seien, dem Insterthale genügende Vorfluth zu schaffen. Dieselben glaubten zunächst einen gerechten Anspruch auf die Wiederherstellung des ehemaligen besseren Zustandes des Pregelflusses, der vom Wasserbaufis-

mittels Buhneneinbauten naturgemäfs eine dauernde Erhöhung des Wasserspiegels und meist eine Schädigung der Landwirthschaft zur Folge haben müsse, in dem vorliegenden Falle zutreffend ist. Hätte nämlich die vorzugsweise in den Jahren 1855 bis 1865 durchgeführte regelmäfsige Einengung des oberen Pregels durch Buhnenanlagen eine bleibende Erhöhung des Wasserspiegels hervorgerufen, so müfste sich dieselbe an den der Einengung zunächst oberhalb gelegenen Pegeln bei Insterburg und Georgenburg in den betreffenden Zeiträumen bemerkbar machen. Ein Vergleich dieser mit den beiden anderen Pegeln bei Pelleningken und Gr.-Bubainen müfste zunächst bei ersteren von 1855 bis 1865 eine stetig steigende und später eine bleibende Erhöhung der Wasserstände zeigen und es müfste besonders die Summe der niedrigsten und mittleren Sommerwasserstände aus der ersten Hälfte der Beobachtungszeit — 1848 bis 1867 — gröfser sein, als aus deren zweiten Hälfte — 1868 bis 1887 —, während dies keineswegs, vielmehr das Umgekehrte, der Fall ist. Auch ist kaum anzunehmen, dafs die zur Regelung des Pregels ausgeführten Buhnenbauten oberhalb Bubainen eine entgegengesetzte Wirkung gehabt haben sollten, wie unterhalb Bubainen, wo nach Ausführung der Buhnenanlagen eine stetige Abnahme der Wasserhöhe über dem Unterdrempel der Schiffsschleuse bei Niedrigwasser beobachtet wurde, und hiermit auf ein allmähliches Sinken des Wasserspiegels infolge der Buhnenbauten mit ziemlicher Bestimmtheit geschlossen werden kann.

cus zu Gunsten der Schiffahrt seit einer Reihe von Jahren durch Buhnen und Dammbauten wesentlich verschlechtert sei, zu haben, und dann auch, dafs der Staat betreffs der allgemeinen Landespflege sich verpflichtet fühlen müsse, die Melioration des Insterthales zu ermöglichen. Andernfalls sei dessen Entwässerung, gleich viel welcher Plan auch zu Grunde gelegt werde, zu kostspielig, um dieselbe aus den eigenen Mitteln der Betheiligten zur Ausführung zu bringen oder die Zinsen für die anderweitig aufzunehmenden Darlehne aus den zu erwartenden Mehrerträgen decken zu können.

Mit Bezugnahme auf diese Ausführungen wurde auch die Wiederaufnahme des Anders-Kuckuckschen Entwurfs abgelehnt. Bezüglich der im Pregelthal vorhandenen Dämme wurde festgestellt, dafs dieselben zum Theil von den betreffenden Besitzern, zum Theil vom Wasserbaufiscus angelegt waren und unterhalten wurden. Ob und inwieweit hierzu die erforderliche Genehmigung nach dem Deichgesetze ertheilt war, konnte nicht ermittelt werden; doch erschien deren etwaige Beseitigung mit Rücksicht auf die Förderung der Schiffahrt nicht räthlich.

Nach den von den Betheiligten abgegebenen Erklärungen konnten die bisherigen Entwurfsvorlagen sämtlich als gefallen betrachten werden und es trat nunmehr wieder zunächst der Neubau der Schiffahrtsschleuse bei Gr.-Bubainen in den Vordergrund, da die Baufälligkeit und die zu hohe Lage der alten hölzernen Schleuse der Schiffahrt immer mehr lästig und hinderlich wurde. Der Herr Handelsminister ordnete deshalb im Juli 1877 zunächst an, mit dem Besitzer des Gutes Gr.-Bubainen, dem Herzog von Anhalt, welchem gemäfs Erbpachtvertrages die betriebsfähige Unterhaltung der vorhandenen Schiffahrtsschleuse oblag, über die Bedingungen der Bauausführung bezw. über die von der Staatskasse zu übernehmenden Leistungen bei einem etwaigen dem Bedürfnisse entsprechenden Neubau in Verhandlung zu treten. Gleichzeitig wurde aus dem Kreise der Inster-Anwohner der dringende Wunsch ausgesprochen, dafs mit dem bevorstehenden Neubau der baufälligen Schiffahrtsschleuse die Herstellung einer entsprechenden Grundschleuse behufs rascherer Abführung des Insterhochwassers in Verbindung gebracht werden möge. Der Herr Minister für Landwirthschaft kam auch diesen Wünschen der Betheiligten auf dem nach ihrer Auffassung räthlichen Wege der Abhülfe insoweit entgegen, dafs er wegen der Entwurfsbearbeitung einer Grundschleuse mit dem Herrn Handelsminister in Verbindung trat und zum Bau derselben eine Staatsbeihülfe von 40000 ℳ den Betheiligten in Aussicht stellte, dagegen aber die Ausführung derselben durch den Staat selbst ablehnte, um diesen nicht mit dem aus der Bauausführung entstehenden Entschädigungsansprüchen des Mühleneigenthümers zu belasten. Die diesfälligen Verhandlungen mit der Herzoglich dessauischen Hofkammer wurden deshalb den Betheiligten überlassen; sie führten aber zu keinem befriedigenden Ergebnifs, ebensowenig wie die von der Wasserbauverwaltung angeknüpften Verhandlungen über die Ablösung der Herzoglichen Unterhaltungspflicht der Schiffahrtsschleuse und deren Uebertragung an den Strombaufiscus.

Inzwischen wurde der Entwurf zu der Grundschleuse, deren unmittelbarer Anschlufs an den beabsichtigten Neubau der Schiffsschleuse mit Rücksicht auf die Schiffahrt nicht räthlich erschien, nach einem ausführlichen Gutachten des Geheimen Ober-Bauraths Lüddecke, worin derselbe nachwies, dafs die Anlage der Grundschleuse nur von geringem Nutzen sein würde, ausgearbeitet und mit einer Kostensumme von 26000 ℳ veranschlagt, worauf dasselbe im September 1879 dem Herrn Minister für Handel eingereicht wurde.

Die dem Landtag zur Erläuterung des Etats der Bauverwaltung im October 1880 vorgelegte Denkschrift über Flufsregulirungen, in welcher die Regelung des oberen Pregels lediglich vom Standpunkte des Schiffahrtsinteresses aus beleuchtet und die Tieferlegung der Bubainer Schleuse zwar als nothwendig erkannt, aber deren Bau noch aufser Betracht gelassen war, gab den Vertretern der Handelskammer in Insterburg, des Kreises und der Stadt Insterburg, des landwirthschaftlichen Centralvereins für Litthauen und Masuren, der vereinigten Pregelschiffer und der Betheiligten an der Instermelioration Veranlassung, sich in ziemlich gleichlautenden Anträgen an den Minister der öffentlichen Arbeiten zu wenden, in welchen über die Ausschliefsung des oberen Pregels von jeder weiteren Regelung, sowie über die Uebelstände Beschwerde geführt wurde, welche die Schiffahrtsschleuse in Bubainen für die Schiffahrt und den Handel und die mit derselben verbundenen Stauanlagen für die Landespflege und die Stadt Insterburg zur Folge habe. Um den in diesen Bittschriften dargelegten verschiedenen Wünschen und Forderungen gerecht zu werden, gaben die beiden Herren Minister der öffentlichen Arbeiten und für Landwirthschaft, Domänen und Forsten mit gemeinschaftlichem Erlasse vom April 1881 der Gumbinner Regierung den Auftrag, nochmals eingehend zu prüfen und zu erörtern, auf welche Weise eine vereinigte Förderung der Schiffahrts- und Landescultur-Interessen auf die zweckmäfsigste und am wenigsten kostspielige Weise auszuführen sein dürfte, und ob etwa, beziehungsweise welcher Abänderungen oder Ergänzungen der Beckersche Entwurf sowohl in technischer Beziehung als auch bezüglich der Kostenansätze bedürfe. Hierbei war wiederholt darauf hingewiesen, dafs die Schiffahrt bei einer etwaigen Beseitigung der Bubainer Schleuse für längere Zeit in hohem Grade behindert und wahrscheinlich ganz unterbrochen werden würde, da eine bedeutende Vertiefung des Pregelbettes oberhalb der Schleuse stattfinden müsse, und dafs hierbei voraussichtlich solche Erdmassen in Bewegung kämen, welche, wenn auch nur vorübergehend, so doch für längere Zeit grofse Unzuträglichkeiten und erhebliche Verflachungen der Pregelstrecke unterhalb der Schleuse veranlassen dürften. Der Störung der Schiffahrt könnte vielleicht, wenn dies ohne übermäfsige Kosten möglich, dadurch vorgebeugt werden, dafs an dem linken Thalrande von Bubainen aufwärts bis Insterburg ein Schiffahrtscanal angelegt werde, der zugleich den Vortheil gewähren würde, dafs die am linken Pregelufer liegenden Grundstücke, in denen der Grundwasserstand durch den Fortfall des Bubainer Staues bedeutend gesenkt werde, von diesem Canal aus überrieselt werden könnten.

Zunächst wurden hierauf die Verhandlungen wegen Ankaufs der Bubainer Mühlenanlagen mit der Herzoglich anhaltischen Hofkammer wieder aufgenommen, um hierdurch freie Verfügung über die Wasserkraft der Mühlen zu gewinnen. Einen fördernden Einflufs auf diese Verhandlungen übte ein im Monat August 1881 auf dem Mühlengrundstücke aus-

gebrochener Brand aus, welcher den gröfseren Theil der Mühlengebäude und Betriebswerke zerstörte. Hemmend waren dagegen wieder einige im Herbste 1881 an das Handelsministerium gerichtete Anträge einer Anzahl Ein- und Umwohner von Bubainen, in welchen gegen die gänzliche Aufhebung der Mühlenanlagen aus gewerblichen Rücksichten ernste Bedenken erhoben wurden.

Nachdem die Herzoglich anhaltische Hofkammer ihre Bedingungen zum etwaigen Ankauf der ganzen Mühlenanlagen gestellt hatte, erschien es zur Förderung dieser Angelegenheit zweckmäfsig, dieselbe einer mündlichen Besprechung zwischen Commissarien der betheiligten Ministerien der öffentlichen Arbeiten, für Landwirthschaft und Finanzen unter Betheiligung der Gumbinner Regierung Ende April 1882 in Insterburg selbst zu unterziehen, um gleichzeitig auch feststellen zu können, in welchem Umfange der Ankauf der dem Herzoge von Anhalt gehörigen Bubainer Mühlen erforderlich und wünschenswerth sei, wenn den bei der Regelung des Entwurfs in Frage stehenden Schiffahrts-, Landescultur- und Handels-Interessen genügt werden solle, ferner welcher Geldbetrag dafür aufgewendet werden könne, und ob es möglich sei, mit der Herzoglichen Hofkammer in Dessau zu einer vorläufigen Verständigung zu gelangen.

Da aus der in Arbeit befindlichen neuen Entwurfsaufstellung noch nicht beurtheilt werden konnte, ob ein Theil der Wasserkraft und welcher noch erhalten bleiben werde, so wurde nach der übereinstimmenden Ansicht der Berathungsmitglieder nur der Ankauf der ganzen Anlage für zweckmäfsig gehalten. Zwischen dem Vertreter der Herzoglichen Hofkammer und den Ministerial-Commissarien kam dann unter Vorbehalt der Genehmigung ihrer bezüglichen Auftraggeber ein Uebereinkommen zustande, nach dem vom Königlich preufsischen Fiscus an den Herzog von Anhalt für die ganze Anlage in ihrem zeitigen Zustande ein Kaufpreis von 560000 ℳ gezahlt und überdies die auf derselben haftende, zu rund 50000 ℳ abgeschätzte Verbindlichkeit zur baulichen Unterhaltung und Erneuerung der Schiffsschleuse, sowie der in dem Zuge des Bubainen-Sterkeningker Weges innerhalb der Grenzen des Mühlengrundstücks befindlichen drei Brücken übernommen werden sollte. Der bleibende Werth der Mühlenanlage nach erfolgter Regelung des Oberpregels und nach Durchführung der Instermelioration war hierbei unter Abrechnung von einem Drittel des Werths der Wasserkraft, welcher für die beabsichtigten Vorfluthsverbesserungen geopfert werden sollte, auf 398650 ℳ angenommen, sodafs der Betrag von 161350 ℳ als ein den Landescultur-, Schiffahrt- und Handels-Interessen gewidmeter und in den Rücksichten auf deren Förderung auch gerechtfertigter Zuschufs erschien.

Inzwischen waren auch entsprechend den von Commissarien der Ministerien der öffentlichen Arbeiten und für Landwirthschaft im August 1881 aufgestellten Gesichtspunkten die Vorarbeiten, insoweit dies zur Gewinnung einer geeigneten Grundlage für die weitere Bearbeitung des Regelungs- und Meliorations-Entwurfs noch nothwendig erschien, geprüft, berichtigt und ergänzt worden. Die Anfertigung der Entwurfsarbeiten für die Erbauung einer neuen Schiffsschleuse und eines Grundablasses bei Bubainen erfolgte im Frühjahre 1882 so zeitig, dafs aufser dem vereinbarten Kaufpreise für die Mühlenanlage noch die erforderlichen Baugelder in den Etats-Entwurf des Jahres 1883/84 eingestellt und deren Bewilligung beim Landtage beantragt werden konnte. Die 560000 ℳ zum Ankauf der Mühlenanlagen wurden im Frühjahre 1883 einmüthig bewilligt. Dagegen waren schon in der Commissions- wie auch später in der Plenar-Sitzung des Abgeordnetenhauses gegen den Bau einer Grundschleuse, sowie auch einer neuen Schiffahrtsschleuse bei Bubainen vielfache Bedenken erhoben, und erörtert worden, ob nicht die gänzliche Beseitigung aller Neuanlagen und Schleusen daselbst sowohl für die Landesmelioration als auch für die Schiffahrt das zweckmäfsigste sei. Bei dieser Ungewifsheit und da überdies noch kein bestimmter Regelungs- und Meliorationsplan vorgelegt werden konnte, lehnte das Abgeordnetenhaus die Bewilligung der geforderten Bau-Theilzahlungen für die beiden Bauwerke ab.

f) Neubearbeitung des Entwurfs nach Ankauf der Mühlenanlage bei Grofs-Bubainen.

Im Februar 1883 wurden von den Herren Ministern der öffentlichen Arbeiten und für Landwirthschaft zur wiederholten Prüfung der bereits berichtigten und ergänzten technischen Vorarbeiten der älteren Entwürfe bautechnische Commissarien entsendet, die nach Anhörung der Hauptbetheiligten an Ort und Stelle geeignete Anweisung zur weiteren Bearbeitung des Entwurfs zu geben beauftragt waren. Nach dem von denselben aufgestellten Programm sollten zunächst die Kosten des betreffenden Pregel-Regelungs- und Inster-Meliorations-Entwurfs unter der Annahme berechnet werden, dafs der Stau bei Bubainen vollständig beseitigt, dabei die Schiffbarkeit des Pregels aber bis Insterburg erhalten werde. Hierbei sollte bei dem durchschnittlich niedrigsten Wasserstande von 0,82 m am Pregel in Insterburg die Wassertiefe im Pregel bei einer Spiegelbreite von 22,6 m, welche einer Sohlenbreite von etwa 19 m entspricht, 1,1 m betragen. Für die Entwässerung der Insterwiesen wurde eine Senkung des Pregelwasserspiegels an der Instermündung von 1 m bei mittlerem Sommerwasserstande im Pregel für vollständig genügend erachtet, während aber die Sommerhochwasser von 2,83 m, auf 2 m am Pregel in Georgenburg, also um 0,83 m gesenkt werden sollten, sodafs dieselben durch die im Insterthal geplanten Sommerdeiche von den Wiesen abgehalten werden könnten. Danach wurden die einzelnen Bauausführungen überschläglich berechnet wie folgt:

a) Die Erweiterung des Pregelbettes unterhalb der Bubainer Schleuse bis zu dem Zusammenflufs mit dem über das Wehr fliefsenden Freiwasser einschliefslich Grunderwerb und Uferbefestigung usw. auf	60000 ℳ
b) Die Durchführung des Pregelbettes durch das Bubainer Mühlengrundstück bis zu dem unter a) bezeichneten Flufslauf einschliefslich des kleinen Durchstichs oberhalb der Mühleninsel (auf dem Tornerschen Grundstücke) und aller Nebenkosten auf	25000 ℳ
c) Der Bau einer hölzernen Jochbrücke mit Mastenklappe über das unter b) genannte neue Flufsbett, einschliefslich der erforderlichen Zufuhrrampen auf	30000 ℳ
	115000 ℳ

Uebertrag 115000 ℳ

d) Die Vertiefung bezw. Verbreiterung des Pregels von Bubainen bis Insterburg nach Mafsgabe der Ergebnisse, welche die Profilberechnung für das kleinste und das gewöhnlich höchste Sommerwasser hatte, auf . 1200000 ℳ von denen allein auf Grunderwerb und Nutzungs-Entschädigung 120000 ℳ, auf Erd- und Baggerungs-Arbeiten (etwa 850000 cbm Erdförderung) rund 824000 ℳ kommen sollten. Hiervon sollten etwa 100000 cbm oder etwa der vierte Theil der auszubaggernden Massen in Räumen zwischen den Buhnen untergebracht, die übrigen 750000 cbm aber auf den Wiesen oder in vorhandenen nahen Vertiefungen abgelagert werden, zu welchem Zwecke 45 ha Bodenflächen anzukaufen bezw. zu entschädigen waren.

e) Die Anlage eines Wehres am oberen Ende des zu vertiefenden Pregel- und Angerapp-Bettes in der Nähe der Insterburger Brücke, dessen Krone in der Höhe der alten Flufssohle liegen sollte, auf . . . . . . 10000 ℳ

zusammen von a bis e auf 1325000 ℳ

In dem vorerwähnten Programm war ferner bestimmt, gleichzeitig einen anderen Entwurf zu bearbeiten und zu veranschlagen, nach welchem die bestehende Schiffahrtsstrafse möglichst unverändert bleiben und nur durch eine Senkung des Wasserspiegels um ein Meter oberhalb der Bubainer Schleuse und durch eine entsprechende Vertiefung des Flufsbettes eine Senkung des Wasserspiegels an der Instermündung von 0,5 m bei einem mittleren Sommerwasserstande von 1,15 m am Pegel in Insterburg erzielt werden sollte. Hiermit sollte eine Erweiterung der Hochwasserprofile zwischen Insterburg und Gr. Bubainen verbunden werden, dafs der Sommerhochwasserstand bei Georgenburg von 2,83 m, wie bei dem ersteren Entwurf, auf 2 m am Pregel daselbst gesenkt werden könne. Für die Ausführung dieses Entwurfs waren in dem Programm folgende Kosten überschläglich angenommen:

1. Für den Umbau des alten 21,7 m breiten, aus einer Holzverbindung mit dazwischen gepackten Steinen bestehenden festen Mühlenwehrs bei Bubainen in ein bewegliches Wehr von 31,5 m Breite . . 60000 ℳ
2. Für die etwaige Herstellung eines Wehres bei Insterburg und die etwa nöthigen Aenderungen an der Brücke oberhalb des Bubainer Wehres . . . . 15000 ℳ
3. Für die Erd- und Baggerungsarbeiten zur Vertiefung beziehungsweise Verbreiterung des Pregels von Insterburg bis Gr.-Bubainen nach Mafsgabe der durch Rechnung ermittelten Profile einschliefslich aller Nebenkosten für Grund- und Nutzungs-Entschädigungen, Uferbefestigungen usw. 1125000 ℳ,

sodafs die Gesamtkosten für die Pregelregelung nach diesem Entwurf . . . . 1200000 ℳ betragen sollten.

Nach dem Programm sollte schliefslich für die Regelung und Eindeichung der Inster und deren Nebenflüsse bezw. für die Melioration des Insterthales im engeren Sinne der Beckersche Entwurf mit den darin enthaltenen Zahlen- und Massenangaben zu Grunde gelegt und nur bei Ermittlung der Kosten die etwa inzwischen eingetretenen Aenderungen in den Preisansätzen berücksichtigt werden. Die Kosten für die Melioration des Insterthales im engeren Sinne wurden hiernach im ganzen auf 520000 ℳ ermittelt. Bei einem Vergleich der Ausführungskosten des Meliorationsentwurfs bei gänzlicher Beseitigung des Bubainer Staues mit dem bei nur theilweiser Beseitigung desselben war noch zu berücksichtigen, dafs im letzteren Falle die mit 250000 ℳ veranschlagte Schiffahrtsschleuse bei Gr.-Bubainen gebaut werden mufste, dagegen die mit 560000 ℳ angekaufte Mühlenanlage daselbst noch ungefähr die halbe Betriebskraft und den halben Ankaufswerth von 280000 ℳ behielt, während bei Beseitigung des ganzen Mühlenstaues das Mühlengrundstück nebst Gebäuden nur mehr auf etwa 80000 ℳ geschätzt werden konnte.

Das vom Staate zu bringende Opfer sollte demnach betragen:

a) bei gänzlicher Beseitigung des Bubainer Staues

$$1325000 + (560000 - 80000) = 1805000 ℳ$$

b) bei theilweiser Beseitigung des Mühlenstaues

$$1200000 + 250000 + \frac{560000}{2} = 1730000 ℳ,$$

während die Kosten der Insterthal-Melioration im engeren Sinne in beiden Fällen 520000 ℳ betragen und von den Betheiligten übernommen werden sollten.

Bei einer im Frühjahr 1883 von neuem abgehaltenen Versammlung der Betheiligten erklärten nur die Besitzer von kaum 8000 Morgen oder 2000 ha Insterwiesen Nutzen von der geplanten Melioration zu haben, sodafs hiernach auf den Hektar Meliorationsfläche 260 ℳ Meliorationskosten im engeren Sinne und mit Rücksicht auf das vom Staate zu bringende Opfer etwa 1100 bis 1150 ℳ Anlagekosten kommen sollten. Die Besitzer der Pregelwiesen zwischen Insterburg und Gr.-Bubainen erklärten dagegen gelegentlich der Verhandlungen, von der geplanten Melioration keinerlei Nutzen, wohl aber infolge der beabsichtigten grofsen Senkung des Wasserspiegels im Pregel wegen Entziehung der Feuchtigkeit besonders in trockener Jahreszeit nur Schaden erwarten zu können, und eine Anzahl derselben meldete daraufhin schon erhebliche Ersatzansprüche an. Unter diesen keineswegs empfehlenden Umständen und noch weniger erfreulichen Aussichten auf eine baldige Ausführung der Melioration wurde die neue Entwurfsbearbeitung anfangs Mai 1883 dem Herrn Minister für Landwirthschaft, Domänen und Forsten eingereicht.

Die dringende Nothwendigkeit der Melioration, für deren Zustandekommen sich nach dem Ankauf der Bubainer Mühlenanlage und trotz der hierdurch seitens des Staats bewiesenen Bereitwilligkeit zur Hülfe bei den zunächst Betheiligten nur mehr eine so geringe Theilnahme und geringe Opferwilligkeit gezeigt hatte, machte sich bald wieder in vollem Umfange bei dem ungewöhnlich hohen Sommerhochwasser bemerkbar, welches anfangs August 1883 das ganze Insterthal und das Pregelthal von Insterburg abwärts bis weit über Gr.-Bubainen hinaus unter Wasser setzte und hier neben der

vollen Grummeterndte auch den gröfsten Theil der Halm- und Hackfrüchte vernichtete.

Hierbei war auch der Abflufs des Pregelwassers durch die zwischen Norkitten und Wehlau gelegenen Thalengen so gehemmt, dafs es bis Gr.-Bubainen zurückstaute, infolge dessen hier, wie dies auch bei früherem Sommerhochwasser schon festgestellt wurde, der Unterschied zwischen dem Ober- und Unterwasser nur 0,9 m betrug, während das Thal der Droje bis weit oberhalb Gr.-Bubainen durch Stauwasser des Pregels überfluthet war, welches noch 0,6 bis 0,8 m über dem von Gr.-Bubainen nach Sterkeningken führenden Thalwege stand.

III. Die zur Beseitigung des Gr.-Bubainer Mühlenstaues ausgeführten Arbeiten und der bis jetzt erzielte Erfolg.

In Vorstehendem ist ziemlich ausführlich alles mitgetheilt, was für die Entstehungsgeschichte der verschiedenen Entwürfe der Melioration des Insterthales und zur Regelung des oberen Pregels bemerkenswerth und zur Beurtheilung der Zweckmäfsigkeit und Durchführbarkeit eines jeden einzelnen wichtig und nothwendig erschien. Zunächst geht daraus hervor, dafs die Staatsregierung dieser fast ein halbes Jahrhundert schwebenden Angelegenheit unausgesetzt das gröfste Interesse und Wohlwollen entgegenbrachte und dieselbe auf jede Weise selbst mit stetiger Erhöhung der Staatsbeihülfe zu fördern suchte.

Besonders war dieselbe bestrebt, geeignete Mittel und Wege zu finden, um die längst erkannten und vielfach beklagten Uebelstände im Insterthale dauernd abzuwenden.

Hierzu waren nach dem ziemlich übereinstimmenden Urtheile aller Sachverständigen und Betheiligten die vorbeschriebenen auf Veranlassung der Staatsregierung bearbeiteten Entwürfe wohl geeignet.

Trotzdem hatte keiner derselben, auch nachdem der Staat schon im Besitze der Bubainer Mühlenanlagen und bereit war, dessen bedeutende Wasserkraft theilweise und nöthigenfalls auch ganz zum besten des Unternehmens zu opfern, Aussicht auf Durchführung als einheitliches Ganzes.

Die Haupthindernisse waren, wie schon oben näher erörtert, zunächst die sich vielfach widersprechenden Forderungen und Einwände, insbesondere die Unwillfährigkeit einiger einflufsreichen Besitzer im oberen Pregelthale, und die von den zunächst Betheiligten wiederholt und ganz bestimmt abgegebene Erklärung, dafs sie bei der immerhin noch zweifelhaften Einträglichkeit des unverkennbar zweckmäfsigen, aber sehr kostspieligen Unternehmens höchstens nur imstande und bereit seien, die Kosten der eigentlichen Instermelioration zu tragen, es aber der Staatsregierung überlassen müfsten, zunächst für eine geordnete Vorfluth im unteren Insterthale durch Beseitigung des Bubainer Mühlenstaues, sowie durch Regelung und entsprechende Erweiterung des Flufsbettes am oberen Pregel auf fiscalische Kosten Sorge zu tragen.

Unter diesen Umständen sah sich die Staatsregierung im Jahre 1884 veranlafst, von weiteren fruchtlosen Verhandlungen mit den Uferbesitzern abzustehen und ohne dieselben ihre weiteren Entschliefsungen zu treffen. Besonders drängten zu einer möglichst baldigen Entscheidung die schon ganz unhaltbaren Zustände an der Gr.-Bubainer Schiffsschleuse, die schon seit Jahren Gegenstand beständiger Klagen und Beschwerden der Schiffer und der Insterburger Handelskammer gewesen waren und wohl mit Recht allseitig als Hauptursache des stetigen Rückgangs des früher lebhaften Schiffsverkehrs bis Insterburg angesehen wurden.*)

Während nämlich an dem durch Buhnenbauten fast durchgehends geregelten oberen Pregel durch geringe jährliche Baggerungen noch durchgehends eine ziemlich gute Schiffahrtsstrafse auch in trockener Jahreszeit erhalten werden konnte, stand das wahrscheinlich infolge der Regelungsbauten allmählich gesunkene Unterwasser im Sommer oft und auf längere Zeit nur 20 cm und noch weniger über dem Unterdrempel der überdies noch ganz baufälligen Schiffahrtsschleuse bei Gr.-Bubainen, sodafs die wenigen Fahrzeuge, welche noch den schon ganz bedeutungslosen Schiffsverkehr bis Insterburg vermittelten, vor dem Durchgang durch die Schleuse meist theilweise, aber vielfach auch ganz entladen und beim niedrigsten Wasserstande sogar leer mit grofser Kraftanstrengung in oder aus der Schleusenkammer gezogen werden mufsten.

Bei der hiernach zunächst zur eingehenden Erörterung und Berathung gestellten Frage, in welcher Weise der Erwerb der Bubainer Mühlenanlagen durch den Staat für die dabei in Betracht kommenden Bedürfnisse der Landescultur und der Schiffahrt am vortheilhaftesten und nachhaltigsten verwerthet werden könnte, kamen die dabei betheiligten vier Minister, der öffentlichen Arbeiten, für Landwirthschaft, für Handel und für Finanzen, im Frühjahre 1885 zu dem Entschlusse, unter Aufgabe der bisherigen Schiffahrtsschleuse und unter Wegfall des Mühlenwehres den Stau bei Grofs-Bubainen ganz zu beseitigen und dadurch den Flufslauf des Pregels dort völlig frei zu legen. Man hoffte, hierdurch eine dauernde Senkung des Wasserspiegels des Pregels oberhalb Bubainen und damit eine wesentliche Verbesserung der Vorfluthverhältnisse im oberen Pregel- und unteren Insterthale zu erreichen und gleichzeitig den Wegfall eines Hindernisses zu ermöglichen, welches sich bei der Fortdauer der bestehenden Einrichtungen, selbst wenn dieselben in ausgiebiger Weise durch Stauanlagen oder durch Umbauten verbessert werden sollten, der vollen Entwicklung des Schiffahrtsverkehrs auf dem Pregel erschwerend und hemmend entgegenstellen würde.

Um das letztere zu erreichen, wurde eine einfache Beseitigung der Stauanlagen nicht für genügend, vielmehr noch für erforderlich gehalten, demnächst eine Regelung des Flufslaufes an dieser Stelle bezw. ober- oder unterhalb eintreten zu lassen, um dadurch eine für Schiffsgefäfse brauchbare Fahrrinne zu gewinnen.

Die weitere Regelung des oberen Pregels durch künstliche Herstellung eines der abzuführenden Hochwassermenge entsprechend vertieften und erweiterten Flufsprofils nach einem

*) Nach Mittheilungen der Handelskammer in Insterburg sind im Jahre 1831 allein an Getreide 30 Millionen Kilo von Insterburg verschifft worden; im Jahre 1881 waren es noch 20 Millionen Güter neben 6 Millionen, die zur Bahn verladen wurden; 1871 führte Insterburg mit Bahn und Schiff je 10 Millionen und 1881 mit Bahn 32 Millionen und nur 2 Millionen mit Schiffen aus. Ferner sollen 1867 durchschnittlich 1600 Schiffe im Jahre die Schleuse bei Bubainen durchfahren haben, 1882 war diese Zahl aber auf 600 herunter gegangen.

der ausgearbeiteten und vorstehend unter II. beschriebenen Entwürfe wurde hierbei wegen des dadurch bedingten unverhältnifsmäfsig hohen Kostenaufwandes nicht mehr in Aussicht genommen, vielmehr sollte die Vertiefung und Ausgleichung der Flufssohle nach Beseitigung des Bubainer Mühlenstaues, abgesehen von der Regelung des Flufslaufes bei Gr.-Bubainen und von hin und wieder nothwendigen und vorzunehmenden Baggerungen, der Flufsströmung selbst überlassen werden.

Insbesondere war in dem bezüglichen Ministerial-Erlasse vom Mai 1885 noch hervorgehoben, dafs die betreffenden Herren Minister nach sorgfältiger Erwägung aller gegen die beabsichtigte gänzliche Aufhebung des Bubainer Mühlenstaues von verschiedenen Seiten vorgebrachten Bedenken keinen ausreichenden Anlafs hätten finden können, die in Bezug auf Landescultur und Schiffahrt anzustrebende Verbesserung der Strom- und Vorfluth-Verhältnisse im oberen Pregel auf einem anderen Wege, als dem der Wiederherstellung des ursprünglichen ungehemmten Flufslaufes zu suchen und die seit mehr als einem Menschenalter beklagten und allseitig als unhaltbar erkannten Uebelstände des Bubainer Mühlenstaues für das Insterthal durch einen Neubau der Schiffsschleuse für immer bestehen zu lassen. Ferner sei schon früher bei den örtlichen Erhebungen über den Beckerschen Entwurf von Sachverständigen eingehend untersucht und festgestellt worden, dafs durch die beabsichtigte Aufhebung des Mühlenstaues eine Schädigung der oberhalb gelegenen Pregelwiesen ebensowenig zu befürchten sei, wie die Erhebung von Schädenansprüchen seitens deren Besitzer, da diese nicht imstande sein würden, ein wohlerworbenes Recht auf die Beibehaltung jenes Staues nachzuweisen und damit den Mühlenbesitzer an dem Aufgeben des Staues zu behindern.

Was die übertriebenen Beschwerden der an der Schiffahrt Betheiligten gegen die Beseitigung der Schiffahrtsschleuse betreffe, so entbehre deren Befürchtung, dafs die Unterbrechung des Schiffbetriebes bis Insterburg sich auf eine lange Reihe von Jahren ausdehnen werde und somit der denselben betreibende Theil der Bevölkerung an seinem bisherigen Erwerb gehindert sein würde, jeder Begründung. Wenn auch die gröfsere oder geringere Austiefung der Flufssohle in jedem Jahre von Naturereignissen, die sich im voraus nicht bestimmen liefsen, namentlich von den vorhandenen Hochwassermengen und der Stärke des Stromes abhängig sein werde, so könne nach dem Urtheile der Sachverständigen doch mit ziemlicher Sicherheit angenommen werden, dafs die Ausgleichung des Höhenunterschiedes zwischen dem Ober- und Unterwasser der Bubainer Schleuse und die Herstellung eines gleichmäfsigen Gefälles sich in wenigen Jahren soweit vollziehen werde, dafs die Wasserstrafse allen billigen Anforderungen wieder genüge und dem Schiffverkehr nach Insterburg dabei auch die Kosten, Zeitverluste und Schwierigkeiten der früheren Schleusendurchfahrt erspart würden. Erforderlichenfalls würde, soweit die verfügbaren Mittel gestatteten, der auf natürlichem Wege sich vollziehende Räumungsvorgang durch Baggerungen eine Unterstützung und Beschleunigung finden, wie es auch ohne grofse Kostenaufwendungen möglich sein werde, die etwa infolge von Unterspülungen zum Theil einsinkenden Buhnen unter Wiederverwendung des eingebauten Steinmaterials wieder aufzuheben.

Es hätte deshalb bei Erwägung der Frage, ob es empfehlenswerther erscheine, durch den Neubau der kostspieligen Schiffsschleuse zu Gunsten der Schiffahrt das Culturinteresse des Insterthales fortgesetzt und dauernd zu schädigen, oder mit dem geringen Opfer einer vorübergehenden Unterbrechung des ohnehin schon zu einer nahezu völligen Bedeutungslosigkeit zurückgegangenen Schiffahrtsbetriebes auf dem oberen Pregel dem Insterthale zu helfen und zugleich die Wiederbelebung der Schiffahrt nach Insterburg durch Freilegung und Verbesserung der Schiffahrtsstrafse in Aussicht zu nehmen, keinerlei Zweifel obwalten können, dafs die Entscheidung auf dem letzteren Wege zu suchen sei.

Sobald die über Beseitigung des Bubainer Mühlenstaues zwischen den betreffenden Ministerien schwebenden Verhandlungen einen baldigen endgültigen Abschlufs erwarten liefsen, hatte schon im März 1885 der Minister der öffentlichen Arbeiten der Gumbinner Regierung den Auftrag ertheilt, die mit der beabsichtigten Beseitigung des Bubainer Mühlenstaues unmittelbar zusammenhängenden Bauausführungen ungesäumt durch Ausarbeitungen im einzelnen endgültig festzustellen.

Als solche wurden namentlich bezeichnet:

1. die Herstellung eines genügend breiten und tiefen neuen Pregelbettes über die vorspringende Wiesenspitze oberhalb des Mühlengrundstückes und über letzteres in der Richtung des Gerinnes der abgebrannten Mühle bis zum Unterwasser der Schleuse, wie auf dem Lageplan auf Blatt 64 näher dargestellt ist;

2. die zur Aufnahme des Pregelwassers erforderliche Querschnittserweiterung des Wasserlaufes von dem genannten Unterwasser bis zu dem Zusammenflufs mit der nach Beseitigung des Staues eingehenden Pregelstrecke;

3. der Bau einer mit Mastenklappe versehenen Brücke über das neue Pregelbett in der Richtung des über das Mühlengrundstück von Gr.-Bubainen nach Sterkeningken führenden Weges;

4. die hochwasserfreie Durchführung dieses Weges bezw. die Anschüttung und Befestigung von Wegedämmen an Stelle der beiden zu beseitigenden Holzbrücken über die Schiffsschleuse und den alten Pregellauf oberhalb des Mühlenwehrs und theilweise Zuschüttung der abgeschnittenen Flufsstrecken, besonders der eingehenden Schiffsschleuse;

5. die Herstellung einer Grundschwelle oberhalb der bei Insterburg über die Angerapp führenden Chausseebrücke.

In dem Kostenüberschlage zu dem im Frühjahre 1883 bearbeiteten Entwurf, betreffend die Regelung des oberen Pregels unter der Annahme einer gänzlichen Beseitigung des Bubainer Mühlenstaues (siehe oben bei II. f) waren die unter 1., 2., 3. und 5. aufgeführten Bauausführungen generell berechnet und mit 25000 bezw. 60000, 30000 und 10000 ℳ, zusammen mit 125000 ℳ veranschlagt. Die dem erwähnten Kostenüberschlage zu 1. und 2. zu Grunde gelegten Massen- und Kostenberechnungen bedurften noch insofern einer Umarbeitung, als die für das Hochwasserprofil berechnete und veranschlagte Ausschachtung nach ministerieller Bestimmung in Fortfall kommen und nur das für die untere Flufsstrecke angenommene Normalprofil des Pregels mit 24,5 m in der Mittelwasserhöhe und beiderseits mit etwa zweifüfsiger Böschungsanlage ausgehoben werden sollte. Die hiernach angestellte genaue Massenberechnung ergab bei 1. für den

oberen Durchstich über die Tornersche Wiese einen Erdaushub von rund 11000 cbm und für den Durchstich über das Mühlengrundstück von rund 13300 cbm, also zusammen von 24300 cbm, welche etwa zu einem Drittel durch Baggerungen unter Wasser beseitigt und zur Anschüttung der beiderseitigen hohen Auffahrtsrampen der nach Nr. 3 über das neue Pregelbett zu erbauenden Brücke und zu den nach Nr. 4 auszuführenden Dammschüttungen und Verfüllung der Schleuse und, insoweit als möglich, der abgeschnittenen Flufsläufe verwendet werden sollten.

Die nach Nr. 2 auszuführende Querschnittserweiterung des Unterwassercanals ergab bei der genaueren Berechnung eine Erdaushubmasse von rund 36500 cbm, von denen nur etwa ein Sechstel unter Niedrigwasser durch Bagger zu heben war.

Die nach Nr. 3 bei Gr.-Bubainen zu erbauende neue Pregelbrücke sollte nach dem Kostenüberschlage vom Jahre 1883 als hölzerne Jochbrücke mit massiven Landpfeilern, 7 m breit, hergestellt werden und zwei seitliche Oeffnungen von je 13,7 m und eine mit Mastenklappe versehene Mittelöffnung von 8,6 m Lichtweite erhalten.

Bei der weiteren Bearbeitung des Brückenentwurfes wurde mit Rücksicht darauf, dafs eine hölzerne Brücke der Zerstörung durch Feuer sehr ausgesetzt ist und häufige Ausbesserungen und Erneuerungen erfordert, zunächst in Erwägung gezogen, ob die betreffende Pregelbrücke nicht zweckmäfsiger in Stein zu erbauen, als in Holz auszuführen sein dürfte.

Da aus dem Abbruch des Mühlengerinnes und der abgebrannten Gebäude auf der Durchstichsstelle des Mühlengrundstücks das für die Brückenpfeiler erforderliche Steinmaterial fast vollständig gewonnen werden konnte, so erschien die Herstellung massiver Pfeiler schon unter allen Umständen geboten, während durch Entwurfsskizzen und vergleichende Kostenüberschläge zunächst noch ermittelt wurde, ob im übrigen ein Holzbau oder ein eiserner Ueberbau mit einer oder zwei Stromöffnungen neben dem Schiffdurchlafs sich mehr empfehle.

Nachdem die Abtheilung für Bauwesen in einem längeren technischen Gutachten über die auf Grund dieser Erwägungen und Ermittlungen von der Gumbinner Regierung gestellten Anträge für den Bau der erwähnten Brücke den vorzugsweise in Vorschlag gebrachten Steinbau derselben als zweckmäfsig empfohlen, auch die in den vorgelegten Entwurfsskizzen angenommene Gesamtlichtweite der Durchflufsöffnungen von 32,9 m, sowie auch die Höhenlage der Unterkante des Brückenüberbaues in der Durchlafsöffnung von 7,16 m a. P. zu Gr.-Bubainen gebilligt und schliefslich noch ein ausführliches Programm für die Bauweise und für die Ausführung der Brücke, besonders der Pfeiler gegeben hatte, ertheilte der Minister der öffentlichen Arbeiten mit Erlafs vom Ende Juni 1885 der Gumbinner Regierung den Auftrag, nach Mafsgabe des genannten Gutachtens mit dem Brückenbau sofort zu beginnen, damit die Pfeiler möglichst noch im Jahre 1885 hergestellt und im folgenden Frühjahre der Oberbau aufgebracht werden könne. Für letzteren sollte noch ein besonderer Entwurf aufgestellt und zur Nachprüfung eingereicht werden. Ferner war bestimmt, dafs auf die Verwerthung aller für den Pfeilerbau verwendbaren Materialien Bedacht genommen werden solle, welche aus den Futtermauern des Mühlengerinnes und aus den auf dem Canallande stehenden Brandresten der Gebäude entnommen werden könnten.

In dem technischen Gutachten der Abtheilung für Bauwesen war noch bezüglich der Pfeilerstellung und Brückenbildung näher ausgeführt, dafs von den vorgelegten Entwürfen derjenige den Vorzug verdiene, bei welchem durch die Anordnung zweier Mittelpfeiler die mit Mastenklappe versehene Durchlafsöffnung zwischen zwei Seitenöffnungen in die Mitte der Brücke zu liegen komme. Hierbei könne der Oberbau am einfachsten und zweckmäfsigsten aus Blechträgern gebildet werden, welche die seitlichen Oeffnungen überdecken und bis zu dem Mastendurchlafs hinüberragen sollten, und für welche auf den Landpfeilern feste und auf den Mittelpfeilern bewegliche Auflager anzuordnen seien.

Die in dem Regierungsbericht ausgesprochene Befürchtung, dafs durch die beiden Mittelpfeiler leicht Eisversetzungen veranlafst werden könnten, wurde insofern nicht als von Belang angesehen, als, falls solche wirklich auftreten sollten, dadurch Gefahren für die oberhalb gelegenen Grundstücke nicht herbeigeführt würden und das Hochwasser über das breite Wiesenland und über den Sterkeningker Damm abfliefsen könne.

Die vorgeschlagene Betongründung wurde gebilligt, doch sollte derselben möglichst nur die Breite des aufgehenden Pfeilermauerwerks gegeben und deshalb die in den Entwurfsskizzen angenommenen Betonfangedämme fortgelassen werden. Sollte es nicht gelingen, die umschliefsenden Spund- bezw. Pfahlwände so dicht herzustellen, dafs der Wasserspiegel 1 bis 1,5 m unter Niedrigwasser gesenkt werden könne, so stehe kein Bedenken entgegen, die Betonirung auch etwas höher heraufzuführen. Wenn Steine, Hölzer oder andere Hindernisse im Grunde die Herstellung der Pfahlwände erschweren, so sollten dieselben, falls dies nicht durch Steinzangen oder Baggern möglich, durch einen Taucher beseitigt werden, der von der Hafenbauverwaltung in Memel oder Pillau mit den nöthigen Vorrichtungen eingefordert werden könne. Bei den Landpfeilern sollten die Flügel, um Risse in den Stirnmauern zu vermeiden, nicht rechtwinklig, sondern unter einem Winkel von 45 Grad an die Stirnen angeschlossen, bei den Pfeilern die Verwendung kostspieliger Quader möglichst vermieden, dieselben durchweg in Bruchsteinmauerwerk mit rauh bearbeiteten Aufsenflächen ausgeführt und mit einfach abgewässerten Platten ohne Gliederungen abgedeckt werden.

Die Stärke der Mittelpfeiler war in der mittleren Höhe auf 2,3 m festgesetzt, und für deren stromaufwärts gerichtete Vorköpfe sollten möglichst tief einbindende Steine gewählt werden.

Die nach diesen allgemeinen Weisungen und Vorschriften schon anfangs August 1885 im Tagelohn und Kleinverding in Angriff genommenen Erdaushub-, Bagger- und Rammarbeiten an der Gründung der vier steinernen Brückenpfeiler schritten trotz aller Kraftanstrengung und der wirksamen Hülfe des von Pillau sofort herangezogenen Tauchers bei dem höchst ungünstigen, gröfstentheils aus Schluff, Packwerk, Bauschutt und Steinen bestehenden Untergrunde an der Brückenbaustelle, welche in einer bis 5 m tiefen Auskolkung

am Ausflusse des alten Mühlengerinnes gelegen war, nur so langsam vorwärts, dafs erst gegen Ende September mit der Betonirung des ersten Pfeilers begonnen und dieselbe bis Mitte October an dem rechtsseitigen Land- und Mittelpfeiler vollendet werden konnte. Der hiermit erhoffte schnellere Fortgang der Gründungsarbeiten, besonders die beabsichtigte vollständige Fertigstellung der Betonirung und theilweise Ausführung des Pfeilermauerwerks noch vor Eintritt des Winters wurde durch das anhaltende Hochwasser des ungewöhnlich nassen Herbstes 1885 unmöglich gemacht, und es mufsten die sämtlichen Arbeiten am Brückenbau schon im October vollständig eingestellt werden, nachdem erst die Ramm- und Baggerarbeiten, letztere bis auf einen kleinen Rest, an allen Pfeilern, und die Betonirungsarbeiten erst zur Hälfte ausgeführt waren.

Die Weiterführung des Brückenbaues wurde nach Ablauf des Frühjahrshochwassers im Mai 1886 wieder aufgenommen, indem zunächst die Aushub- und Betonirungsarbeiten an den Pfeilern beendet und gegen Ende Mai mit dem Mauerwerk begonnen wurde.

Um ein Auspumpen der mit ziemlich undichten Pfahlwänden umschlossenen und nur 1 bis 1,5 m unter dem Niedrigwasserspiegel ausbetonirten Fundamentgruben zu ermöglichen und einen dichten Abschlufs gegen den Wasserandrang von aufsen während der Herstellung des Pfeilermauerwerks auf der Betonirung bis zum Wasserspiegel zu gewinnen, wurden die Pfahlwände mit einem wasserundurchlässigen thonigen Klei- und Schluffboden, der in dem Durchstiche auf der Mühleninsel gewonnen wurde, bis über Wasser hinterfüllt und umschüttet. Auf diese Weise war es möglich, das Mauerwerk an sämtlichen Pfeilern ohne Störung bis Ende Juli 1886 zu Ende zu führen, den erst im Mai 1886 verdungenen eisernen Oberbau schon im August desselben Jahres aufzubringen und die Brücke bis Ende September vollständig fertig dem Verkehr zu übergeben.

Im besonderen wird noch bezüglich der Ausführung der Brücke erwähnt, dafs aufser der Gewinnung des Steinmaterials aus den Futtermauern des Mühlengerinnes und aus den auf dem Canallande stehenden Brandresten der Gebäude nur die Erdaushub- und Baggerarbeiten an den Pfeilerfundamenten in Tagelohn, und zwar letztere bis 3 m Wassertiefe mittels Handbagger, in gröfserer Tiefe mit Sackbagger, Kratzen usw. unter Hülfeleistung eines Tauchers, alle anderen Arbeiten und Lieferungen von Unternehmern in Einzelverdingung bewirkt wurden.

Der von den Hafenbauten in Pillau entnommene Taucher erhielt 2,3 ℳ Tagelohn und überdies für jede Stunde Taucherarbeit im Helm 2 ℳ und ohne Helm 0,5 ℳ

Zur Umschliefsung der Fundamentgruben wurden scharfkantig geschnittene Pfähle von 25 cm Stärke und je nach der Wassertiefe von 5 bis 8 m Länge verwendet, welche 1,5 bis 2,7 m, im Durchschnitt 2 m tief in den festen Boden eingerammt wurden.

Verwendet wurden an jedem der beiden Landpfeiler 136 und an jedem der beiden Mittelpfeiler 93 Pfähle, zusammen also 458 Pfähle mit einer Gesamtlänge von 3267 m oder einer mittleren Länge von 7,15 m, deren Anlieferung frei Baustelle 6664 ℳ oder auf das Meter 2,04 ℳ kosteten. Das Einrammen sämtlicher Pfähle kostete rund 5975 ℳ, d. i. für jeden Pfahl rund 13 ℳ

Die Stärke des Betonfundaments betrug am rechten Landpfeiler 2,3 m, am linken Landpfeiler 2 m und an jedem der beiden Mittelpfeiler 3 m; es erforderte zusammen 347,5 cbm Betonschüttung. Das im Cyklopen-Verbande ausgeführte Pfeilermauerwerk betrug zusammen 723,5 cbm. Die Betonirungs- und Maurerarbeiten kosteten einschliefslich des Zerkleinerns der Betonsteine und Bearbeitens der Mauersteine, aber ohne die Materiallieferung, zusammen rund 7650 ℳ, und es wurden zu deren Herstellung 810 Tonnen Cement zum Preise von 8 ℳ und 217 hl Kalk zum Preise von 1,6 ℳ verwendet. Aufser den Auflagerquadern wurden noch an lagerhaften Sprengsteinen 82,4 cbm zum Preise von 12 ℳ angekauft, alles übrige Steinmaterial zum Mauerwerk, zur Betonbereitung und Pfeilerumschüttung, im ganzen etwa 1200 cbm, wurde auf dem Durchstichsgelände der Mühleninsel gewonnen.

Die Lieferung des eisernen Oberbaues der Brücke war an die schlesische Fabrik Beuchelt & Comp. in Grünberg verdungen und kostete bei einem Gewichte von 20832 kg Schmiedeeisen und 1152 kg Gufseisen einschliefslich Aufstellung und Anstrich im ganzen 6210 ℳ

Die Gesamtkosten des 6,3 m breiten und 38,6 m langen Holzbelages nebst Unterlagsbalken, beiderseitigem 0,6 m breiten Fufssteige und Herstellung der Mastenklappen usw. betrugen 2300 ℳ Die Lieferung und Anbringung der Gegengewichte an den Mastenklappen und Gangbarmachung derselben rund 300 ℳ

Die Gesamtkosten der neuen Pregelbrücke betrugen ohne die Bauleitung rund:

a) für Herstellung der vier Steinpfeiler . .	36000 ℳ,
b) für Herstellung des eisernen Oberbaues und des Bohlenbelages usw.	9000 ℳ,
c) für Herstellung der beiderseitigen hohen Brückenrampen mit einer Gesamt-Anschüttungsmasse von etwa 5000 cbm, Befestigung derselben und Herstellung der Schutzgeländer	5000 ℳ,
überhaupt	50000 ℳ

Sobald die Witterung und der Wasserstand im Frühjahr 1886 es gestattete, wurden auch die Aushubarbeiten an den beiden Pregel-Durchstichen oberhalb der neuen Brücke im Tagelohn und Kleinverding in Angriff genommen. Bei der sehr günstigen Witterung des Sommers und Herbstes 1886 konnten dieselben ohne jede Unterbrechung gefördert und bis Anfang November fast vollständig vollendet, auch deren Böschungen mit Spreutlage gedeckt und gegen den Angriff der Wasserströmung gesichert werden. In dem Durchstiche über die Tornersche Wiese wurden im Trocknen etwa 4000 cbm Erdmassen ausgehoben und seitlich in den alten Pregellauf verkarrt. Die Kosten betrugen hierbei rund 60 ₰ für das Cubikmeter. Der weitere Aushub des Durchstichs geschah unter Wasser mittels Handbagger und war bei dem zähen Thon- und Letteboden und bei dem an den Uferrändern sich vorfindenden Packwerk sehr erschwert. Die gehobenen Baggermassen wurden mittels Prahme zur Verschüttung des abzuschneidenden Pregellaufes etwa 500 m weit verfahren und in der Nähe des Mühlenwehres seitlich abgelagert. Die

Bagger- und Bewegungskosten stellten sich infolge dieser Umstände ziemlich hoch, auf 80 bis 90 ₰ für das Cubikmeter Aushub.

Bei der Ausführung des Durchstichs über die Mühleninsel bot die Beseitigung der hier befindlichen Fundamente der Mühlengebäude und der Gerinnemauern mit den zahlreichen Grundpfählen — 500 bis 600 Stück —, von denen viele 4 bis 6 m unter die neue Flufssohle hinabreichten und nur mit vier starken eisernen Schrauben unter Verwendung besonders starker Ketten aus dem zähen Schluffboden gezogen werden konnten, einige Schwierigkeiten. Ein bis 6 m unter die Erdoberfläche hinabreichendes Betonfundament mufste durch Sprengen beseitigt werden. Bei solchen erschwerenden Umständen wurden die Arbeiten an diesem Durchstiche fast ausschliefslich im Tagelohn ausgeführt. Der Aushub konnte fast bis zur vollen Tiefe des Durchstichs im Trocknen bewirkt und das abgegrabene Material zum gröfsten Theile zweckmäfsig zur Anschüttung der hohen Auffahrtsrampen an der neuen Pregelbrücke und der kleinen Deiche zu beiden Seiten des Durchstichs und zur theilweisen Verfüllung des abgeschnittenen Pregellaufes verwendet und ohne weiteres verkarrt werden; nur ein kleiner Theil wurde zur späteren Verschüttung der alten Schiffahrtsschleuse seitlich abgelagert.

Die Verbreiterung des etwa 600 m langen Schiffahrtscanals unterhalb der Brücke war bis zum Wasserspiegel im Unterwasser an einen Unternehmer vergeben; von demselben wurden von Anfang August bis Anfang November 1886 im ganzen 31 600 cbm Erdmassen im Trocknen bis + 0,3 m a. P. ausgehoben und mittels Feldbahn im Mittel 300 m weit seitlich auf herzoglichen Grund und Boden zur Verfüllung alter Wasserlöcher und eines alten Pregelbettes verkarrt.

Gezahlt wurde für ein Cubikmeter Abtrag einschliefslich Erdbewegung usw. der vereinbarte Preis von 60 ₰. Die Verbreiterung des Canals erfolgte hauptsächlich nur an dessen rechter Seite mit zweifacher Böschungsanlage, sodafs die linke, gut mit Weiden bewachsene Uferböschung fast ganz unberührt bleiben konnte. Die rechtsseitige abgegrabene Uferböschung wurde, insoweit dies mit Rücksicht auf die Hochwasserströmung und die weniger feste Bodenbeschaffenheit nöthig erschien, noch vor Eintritt des Winters mit Spreutlage gedeckt und der Fufs derselben an einer dem Stromangriff besonders ausgesetzten Stelle, wo eine Unterspülung der Böschung zu befürchten war, auf einer Länge von 116 m durch Deckwerke geschützt.

Nachdem auf die vorbeschriebene Weise alle Vorbereitungen und nöthigen Sicherheitsvorkehrungen zur Eröffnung des neuen Pregelbettes über die Mühleninsel und zur Ablassung des noch 3,5 m angestauten Oberwassers getroffen, besonders die Pfeiler der neuen Pregelbrücke durch eine sorgfältig ausgeführte Steinumschüttung gegen Unterwaschungen geschützt waren, wurde bei noch unverändertem vollem Stau zunächst am 3. November 1886 eine genaue Längepeilung der Flufssohle des Pregels vom Insterburger Pegel abwärts bis zum Mühlengrundstücke bei Gr.-Bubainen und gleichzeitig eine genaue Prüfung der sieben vorhandenen Zwischenpegel von Insterburg bezw. Georgenburg bis Siemohnen bezüglich deren sicheren Stellung und Höhenlage der Nullpunkte zu N. N. vorgenommen. Als Ersatz für den seit Anfang dieses Jahrhunderts regelmäfsig beobachteten und an dem Ober- und Unterhaupte der demnächst eingehenden Schiffahrtsschleuse bei Gr.-Bubainen angebrachten Hauptpegels war im September schon ein neuer Pegel mit Beibehaltung des alten Festpunktes und dessen bisherige Beziehung zur Höhenlage des Pegel-Nullpunktes an dem unteren Kopfe des rechtsseitigen Mittelpfeilers der neuen Strafsenbrücke angebracht und gleichzeitig mit dem alten Unterwasserpegel beobachtet worden.

Am 6. November wurde der bis dahin unveränderte Betrieb der seitlich des Wehrs stehenden Mahlmühle für immer eingestellt und zunächst das angestaute Oberwasser durch Beseitigung der Aufsatzbretter auf dem Wehrrücken und durch Oeffnen der Schützen an der Mühle theilweise abgelassen. Bis zum 11. November wurde durch Einlegen von Dammbalken das gleichzeitige Oeffnen der Ober- und Unterthore an der Schiffsschleuse und nach Fortnahme der Dammbalken das weitere Abfliefsen des Oberwassers durch die Schiffsschleuse ermöglicht. Nachdem durch diese Mafsnahme eine allmähliche Senkung des Oberwassers um etwa 1,5 m und eine gleichzeitige Hebung des Unterwassers um rund 0,3 m herbeigeführt, der Stau somit auf etwa 1,6 m gebracht und mittlerweile auch der am oberen Ende des Mühleninseldurchstichs noch stehen gebliebene Abschlufsdamm entsprechend abgetragen und möglichst geschwächt worden war, erfolgte endlich am 13. November Mittags 12 Uhr die Durchstechung jenes Dammes und hiermit auch die Eröffnung des neuen Flufsbettes über die Mühleninsel. Der gänzliche Abflufs des Stauwassers vollzog sich darauf ziemlich rasch, sodafs derselbe schon am 15. November früh als beendet angesehen werden konnte. Vom 5. bis zum 21. November, also acht Tage vor und nach der Eröffnung des Durchstichs, wurde von Insterburg bezw. Georgenburg abwärts bis Siemohnen an allen vorhandenen drei Haupt- und sieben Zwischenpegeln täglich dreimal — morgens 8, mittags 12 und abends 4 Uhr — der Wasserstand beobachtet und aufgezeichnet; auch die über das Verhalten der Strömung gemachten Wahrnehmungen wurden sorgfältig vermerkt, um für ähnliche Ausführungen eine genaue Darstellung über den Verlauf der Beseitigung des Staues geben zu können.

Vom 21. November 1886 ab bis zum Ende des folgenden Jahres fand nur mehr täglich eine einmalige regelmäfsige Beobachtung und Aufzeichnung der Wasserstände an den betreffenden Pegeln statt. Die bezüglichen täglichen Beobachtungsergebnisse von Anfang November 1886 bis Ende des Jahres 1887 sind auf Blatt 66/67 übersichtlich aufgetragen, während durch Darstellung des Wasserspiegelgefälles von einzelnen besonderen Tagen nach Beseitigung des Bubainer Mühlenstaues bis zum Ende des Jahres 1887 auf demselben Blatte dessen allmähliche Ausgleichung zwischen Insterburg bezw. Georgenburg und Siemohnen ersichtlich gemacht ist.

Nach Ablauf des Oberwassers konnten bei der anhaltend günstigen und trockenen Witterung die Durchstichs- und Uferschutzarbeiten bei Gr.-Bubainen bis Mitte December 1886 noch so weit gefördert werden, dafs vorläufig die weitere Vertiefung der Flufssohle in den neuen Durchstichen bezw. in dem erweiterten Flufsbette unbedenklich dem Einflusse des zu erwartenden Winter- und Frühjahrshochwassers überlassen werden konnte. Um letzteres möglichst mit voller Kraft auf

den neuen Wasserlauf bei Gr.-Bubainen einwirken zu lassen, wurden während des Winters bei geeigneter Witterung noch die alten abgeschnittenen Wasserläufe daselbst in der Richtung des Bubainen-Sterkeningker Weges hochwasserfrei abgedämmt und hiermit gleichzeitig die Strafsendämme vorbereitet, welche später an Stelle der zum Abbruch bestimmten beiden Holzbrücken oberhalb des alten Mühlenwehres bezw. auf dem Unterhaupte der zum Theil schon verschütteten Schiffsschleuse treten sollten. Im ganzen wurden hierbei im Laufe des Winters etwa 2500 cbm Erdmassen im Verding gefördert. Bedauerlicherweise folgte dem anhaltend trockenen Sommer und Herbste des Jahres 1886 ein an athmosphärischen Niederschlägen ebenfalls sehr armer Winter, der Wasserstand im Flusse blieb andauernd ein sehr niedriger und der im Februar 1887 eingetretene Regenfall war in Verbindung mit dem gleichzeitigen Abgange des geringen Winterschnees nur im Stande, den Pregel über den Mittelwasserstand zu heben und streckenweise Eisschiebungen im Flusse zu bewirken. Bei dem alsbald wieder eintretenden Frostwetter fiel das Wasser wieder auf seinen früheren Stand und der nach vorgängigem mäfsigen Schneefall und nachfolgendem Regen gegen Ende März eintretende Eisgang vollzog sich bei einem bei Abgang des Wintereises bisher im Pregel noch nicht so niedrig beobachteten Wasserstande von 2,92 m am Pegel bei Insterburg, bezw. von 2,48 m am Pegel bei Georgenburg. Nichts destoweniger war im Laufe des Winters schon eine so günstige Ausgleichung des Stromgefälles im Ober- und Unterwasser des beseitigten Bubainer Wehres eingetreten, dafs sofort nach Beendigung des Eisganges den 1. April sechs Segelschiffe durch die neue Bubainer Brücke gehen und ohne besondere Schwierigkeiten bis Insterburg gelangen konnten, denen dann noch in den nächsten Tagen wenigstens ein Dutzend weitere Fahrzeuge folgten, welche sämtlich wieder bis zum 20. April beladen von Insterburg thalwärts abschwimmen konnten. Bei dem rasch unter das gewöhnliche Jahresmittel fallenden Wasserstande im Pregel mufste freilich die Schiffahrt schon vor Ende April zwischen Gr.-Bubainen und Insterburg wieder eingestellt werden, jedoch zunächst weniger wegen ungenügender Fahrtiefe in dieser Strecke oder wegen zu ungleichen Stromgefälles, als weil sie durch eine im Laufe des Winters aufgedeckte Steinbank, welche etwa 600 m oberhalb des Bubainer Mühlengrundstücks das Pregelbett in einer Länge von über 200 m quer durchzog, zu gefährdet erschien.

Diese vor Beseitigung des Bubainer Mühlenstaues von einer etwa 0,5 m hohen Sandschicht vollständig bedeckte Steinbank wirkte nach ihrer Blofslegung wie ein Grundwehr und hatte augenscheinlich der weiteren Vertiefung des Flufsbettes oberhalb und dem besseren Ausgleich des Stromgefälles zwischen dem früheren Unter- und Oberwasser bei Gr.-Bubainen entgegengewirkt.

Bis Ende Juni war es deshalb nur mehr möglich, etwa 1400 Stück Rundhölzer stromauf bis Insterburg zu flöfsen, während die Kahnschiffer gezwungen waren, ihre für Insterburg befrachteten Kähne unterhalb Bubainen auszuladen und die Ladungen zu Wagen nach ihrem Bestimmungsorte zu schaffen. Anfangs August war dies auch nur mehr bis Schwägerau möglich und mit Ende dieses Monats mufste die Schiffahrt bei dem ganz ungewöhnlich niedrigen Wasserstande im Pregel oberhalb Tapiau ganz eingestellt werden, wie das übrigens auch wiederholt in früheren Zeiten schon bei weniger niedrigen Wasserständen nöthig gewesen war.

Vom Pregel wurde zu dieser Zeit nach wiederholt angestellten Messungen in Gumbinner Bezirk kaum 6 cbm Wasser abgeführt, eine Wassermenge, die wohl als die überhaupt geringste im oberen Pregel angesehen werden kann. Die hiernach für die Schiffahrt nach Insterburg höchst ungünstigen Verhältnisse des Frühjahrs und Sommers 1887 waren aber weniger eine Folge der Beseitigung des Bubainer Mühlenstaues, als der ganz ungewöhnlich lange anhaltenden niedrigen Wasserstände im Pregel selbst, und es kann mit ziemlicher Bestimmtheit behauptet werden, dafs auch bei unverändertem Mühlenstau dieselben nicht viel günstiger gewesen wären.

Die nur mit geringen Schwankungen in den Monaten Juli bis September ziemlich gleich bleibenden Wasserstände im Pregel waren nämlich nach den Beobachtungen an den unterhalb Gr.-Bubainen befindlichen Pegeln bei Schwägerau und Siemohnen, an welchen die Beseitigung des Mühlenstaues im Vergleich zu früher nur eine Hebung des Wasserspiegels hätte bewirken können, thatsächlich aber wenigstens bei den letzteren keinen nachweisbaren Einflufs mehr ausgeübt hat, noch um 20 cm niedriger, als die niedrigsten des schon ziemlich trockenen Sommers des Vorjahres, bei welchen die Schiffahrt unterhalb Bubainen wegen zu geringer Fahrtiefe schon sehr erschwert war, während der Wasserstand über dem Unterdrempel der Bubainer Schiffsschleuse aber nun 22 bis 24 cm betrug. Dieser wäre im Sommer 1887 dem Unterschiede der Pregelbeobachtungen beider Jahre entsprechend jedenfalls auf 8 bis 10 cm, mithin auf einen Stand gesunken, welcher nicht einmal die Durchfahrt eines kleinen unbeladenen Kahnes durch die Schleuse ermöglicht hätte. Die Strombauverwaltung zögerte auch nicht, sobald im Frühjahre 1887 der Wasserstand und die Witterung es zuliefsen, mit allem Nachdruck auf die Besserung der Schiffahrtsverhältnisse durch schnelle Beseitigung der noch entgegenstehenden Hindernisse hinzuwirken.

Bei einer bald nach dem Eisgange vorgenommenen Längspeilung des Stromes wurden die geringsten Fahrtiefen zunächst auf der vorerwähnten Steinbank und oberhalb derselben bis in die Nähe von Kl.-Bubainen an einzelnen augenscheinlich zu breiten Flufsstrecken, und dann auch in den unterhalb der Steinbank bei Gr.-Bubainen hergestellten neuen Durchstichen und in dem verbreiterten Flufsbette unterhalb der Mühleninsel vorgefunden. Ueberhaupt war in diesem etwa 1 km langen, neuen bezw. verbreiterten Flufsbette bei Gr.-Bubainen seit der Beseitigung des Mühlenstaues keineswegs die erwartete Vertiefung der Flufssohle, sondern trotz des noch immer bedeutenden Gefälles und der starken Strömung hier eine noch immer fortschreitende Sandablagerung und Erhebung des Flufsbettes, sogar in der neu erbauten Pregelbrücke, wo früher eine Auskolkung befürchtet wurde, eingetreten.

Da eine dauernde weitere Vertiefung und Ausgleichung der Flufssohle zwischen Gr.- und Kl.-Bubainen nur von der Beseitigung der in dieser Flufsstrecke gelegenen Steinbank erwartet werden konnte, so wurde hier schon Mitte April eine schwimmende Steinhebevorrichtung und ein Handbagger in Arbeit gestellt, um zunächst eine 10 bis 12 m breite und über 1 m tiefe Flufsrinne durch dieselbe zu arbeiten. Dieser

Arbeit kam der durchgehends sehr niedrige Wasserstand des Sommers 1887 sehr zustatten, sodafs diese Rinne schon anfangs Juli vollendet war und noch im Laufe des Sommers bis auf 20 m Sohlenbreite erweitert werden konnte. Hierbei wurden etwa 300 cbm bis 2 cbm grofse Steine gesprengt und gehoben und über 2000 cbm in Letten eingebettetes Steingerölle und grober Kies gebaggert. Die gehobenen Massen wurden so weit als nöthig seitlich zur Begrenzung der Schiffahrtsrinne oder in zweckentsprechender Weise anderweitig verwendet.

Wie schon vorstehend bemerkt, war die Verbreiterung des etwa 600 m langen Schiffahrtscanals unterhalb der neuen Pregelbrücke im Herbste 1886 nur bis zum niedrigsten Unterwasserstande bei + 0,3 m am Pegel von Gr.-Bubainen erfolgt und die noch tiefer auszuhebenden Massen von etwa 5000 cbm noch stehen geblieben, um den Winter über durch die Strömung oder, insoweit dies nicht zutraf, im Jahre 1887 durch Baggern beseitigt zu werden. Da die Strömung in dem Winter 1886/87 nicht den geringsten Einflufs auf den Abtrieb dieser zurückgebliebenen Erdmassen ausgeübt hatte, vielmehr in dem verbreiterten Canal eine bedeutende Ablagerung von Sandmassen eingetreten war, die eine ziemlich gleichmäfsige und noch über den erweiterten Canal sich erstreckende Hebung der alten Flufssohle bewirkt hatten, so wurde anfangs Mai etwa 800 m unter der neuen Pregelbrücke ein kleiner Dampfbagger in Arbeit gestellt, um zunächst eine 10 bis 15 m breite Mittelrinne bis zum Durchstiche über der Mühleninsel durchzubaggern, gleichzeitig aber auch, um das Weitertreiben des noch immer massenhaft von oben zuströmenden Sandes in die untere Flufsstrecke und deren Verflachung zu verhindern. Zu letzterem Zwecke war auch noch seit Mitte April schon ein Handbagger dicht unterhalb der neuen Brücke thätig, wo in dem nebengelegenen alten Schleusenteiche die ausgebaggerten Sandmassen auf die beste und billigste Weise untergebracht bezw. zur anderweitigen Verwendung abgelagert werden konnten. Der Bagger war aber, trotzdem er fast den ganzen Sommer über an dieser Stelle arbeitete, allein nicht im Stande, die zuströmenden Sandmassen zu bewältigen. Deshalb blieb die Sandzuströmung zu dem unterhalb liegenden Dampfbagger noch immer eine so bedeutende, dafs derselbe nur sehr langsam vorwärts kam und nach jeder längeren Betriebsunterbrechung, welche zur Nachtzeit und an Sonn- und Festtagen unvermeidlich war, immer wieder etwas zurückgehen mufste, um die theilweise versandete Baggerrinne wieder zu räumen.

Bei dem anhaltend niedrigen Wasserstande mufste der Dampfbagger, um seine Beweglichkeit zu wahren und den beladenen Kähnen die nöthige Tiefe auch für später zu sichern, etwa 0,5 m tiefer baggern, als die für die zukünftige Flufssohle angenommene Lage dies nöthig machte. Die tägliche Leistung des Dampfbaggers betrug zwischen 200 bis 250 cbm, die gehobene Masse bestand meist aus zugetriebenem Sande und, insoweit sie aus der Vertiefung der Flufssohle selbst herrührte, aus strengem blauen Thon. Die Baggermasse mufste bei dem Mangel an nahen tiefen Wasserlöchern im Pregelbette in dem abgeschnittenen Pregelarm unter dem alten trocken gelegten Mühlenwehr und an der Spitze von dessen früheren Zusammenflufs mit dem alten Schleusencanal untergebracht und meist ausgekarrt werden, wodurch die Baggerarbeit nicht unwesentlich verzögert und vertheuert wurde.

Erst gegen Ende September kam der Dampfbagger bis zur neuen Pregelbrücke. Er hatte somit in etwa 5 Monaten auf 800 Meter Länge die Schiffahrtsrinne ausgebaggert, und es war bei der noch immer günstigen Herbstwitterung und dem etwas gestiegenen Wasserstande im Pregel möglich, dieselbe vor Eintritt des Winters bis in die Nähe der durch die Steinbank vertieften Rinne weiterzuführen.

Im ganzen wurden von dem Dampfbagger im Verein mit dem unter der Brücke in Arbeit gestellten Handbagger im Jahre 1887 etwa 30000 bis 35000 cbm Baggermassen gefördert.

Zur Ausbildung eines regelmäfsigen Bettes, sowie zur Beseitigung der durch Sandbänke gebildeten Untiefen, besonders aber zur Auffangung des noch immer massenhaft hinabtreibenden Sandes wurden überdies auch an den übermäfsig breiten Flufsstrecken von Kl.-Bubainen abwärts leichte, in buhnenartigen Flechtzäunen bestehende Einschränkungswerke zur Ausführung gebracht.

Für Bagger- und Räumungsarbeiten usw. wurden im Jahre 1887 etwa 20000 ℳ verausgabt. Die gute Wirkung und der Erfolg dieser Arbeiten zeigte sich auch schon Anfang October, als bei etwas steigendem Wasser, welches aber an den unterhalb Bubainen beobachteten Pegeln noch 30 bis 40 cm unter dem gewöhnlichen mittleren Sommerwasserstande blieb, schon wieder Kähne bis Insterburg hinauffahren und nach Königsberg befrachtet ungehindert wieder abschwimmen, auch Rundstämme in gröfserer Anzahl stromauf bis Insterburg geflöfst werden konnten.

Im übrigen beschränkten sich im Jahre 1887 die bei Gr.-Bubainen ausgeführten Arbeiten vorzugsweise auf die ordnungsmäfsige Wiederherstellung des über das Mühlengrundstück führenden und infolge der Beseitigung des Staues vielfach veränderten und beschädigten Weges von Gr.-Bubainen nach Sterkeningken. Hierbei wurde die im Zuge dieses Weges gelegene 30 m lange Holzbrücke über den bereits im Winter abgedämmten alten Pregellauf oberhalb des Mühlenwehrs abgebrochen und an deren Stelle der Strafsendamm bis auf das Kronenpflaster fertig gestellt und mit Seitengeländer versehen. Ebenso wurde auch der als Ersatz für die beseitigte Drehbrücke durch den Schiffsschleusencanal angeschüttete Strafsendamm in Ordnung gebracht, und die im Laufe des Winters stark gesunkenen hohen Auffahrtsrampen der neuen Strafsenbrücke über den Pregel wurden geregelt und deren Krone mit einer Kiesschüttung versehen. Auch wurde noch in dem unterhalb der eingegangenen Schiffsschleuse gelegenen alten Schleusenteiche ein Ausbesserungsplatz für Stromfahrzeuge angeschüttet und eine Schiffsaufzugsvorrichtung vorbereitet.

Die Ausgaben betrugen am Pregel bei Gr. Bubainen im Jahre 1887 etwa 30000 bis 35000 ℳ und die Gesamtkosten für die mit der Beseitigung des Bubainer Mühlenstaues zusammenhängenden Bauausführungen mit Einschlufs des Brückenbaues, der Bagger- und Räumungsarbeiten, Bauleitungs- und Aufsichtskosten usw. vom Sommer 1885 bis Ende 1887 etwa 140000 ℳ.

Der Erlös aus dem Verkauf von alten Ziegeln, welche aus den auf den Durchstichsstrecken des Mühlengrundstücks

stehenden Brandresten der Gebäude gewonnen wurden, sowie des beim Abbruch des Mühlengerinnes daselbst und der Holzbrücken gewonnenen Eisens und des Holzes, insoweit dasselbe nicht mehr anderweitig verwendbar war, betrug rund 2000 ℳ, während der Werth des zu dem Hafenbau an der Memel bei Schmalleningken und der Reparaturwerkstätte bei Tilsit abgegebenen, noch verwendbaren alten Holzes und Eisenzeugs etwa zu 3000 ℳ geschätzt werden kann, sodafs sich hierdurch die Gesamtkosten auf etwa 135000 ℳ verringern. Dagegen kann der jetzige Werth der vom Staate für 560000 ℳ angekauften Gr.-Bubainer Mühlenanlagen nebst sämtlichen Liegenschaften, Gebäuden und Inventar, abgesehen von dem für ein Stromaufseher-Dienstgehöft davon in Anspruch genommenen Gebäude, Hof-, Garten- und Lagerplätzen, nach den bis jetzt gestellten Angeboten auf höchstens 60000 ℳ in Ansatz gebracht werden, sodafs das im Schiffahrts- und Landescultur-Interesse vom Staate gebrachte Opfer etwa eine halbe Million Mark erreicht.

Die zur Beseitigung des Mühlenstaues bei Bubainen und zur Regelung des oberen Pregels ausgeführten Arbeiten standen vom Frühjahr 1885 bis jetzt unter der unmittelbaren Leitung und Aufsicht des Regierungs-Baumeisters Knauer, während dem Unterzeichneten vom Jahre 1882 bis zu seiner Versetzung an die Regierung in Danzig im Herbste 1887 zunächst über die Bearbeitung der neuen Entwürfe und dann über die Bauausführung selbst als Regierungs- und Baurath die Oberleitung übertragen war.

Was nun die weitere Entwicklung der Wasserstrafse am oberen Pregel betrifft, so soll nach den erhaltenen Mittheilungen die Wasserströmung während des letzten Winters, besonders mit Rücksicht auf das hohe und ziemlich lange anhaltende Frühjahrshochwasser, auf die weitere Vertiefung und Ausgleichung der Flufssohle nicht so günstig gewirkt haben, wie nach dem früheren Erfolge erwartet werden konnte. Namentlich soll sich der Flufslauf einige Kilometer ober- und unterhalb Gr.-Bubainen durchschnittlich etwa 40 cm wieder versandet haben.

Bei der letzten, Mitte Juni d. J. vorgenommenen Peilung der Schiffahrtsrinne wurden bei einem Wasserstande von 0,60 m am Pegel in Insterburg und 1,05 am Pegel in Gr.-Bubainen die geringsten Fahrtiefen bei km 8,5, 9,0 $+^{300}$ und 9,5 $+^{450}$ mit 0,5 m gefunden, während die Wassertiefe zwischen Insterburg und Kl.-Bubainen meist 1 m, von Kl.-Bubainen bis zur neuen Brücke bei Gr.-Bubainen 0,7 m und im verbreiterten Schiffahrtscanal weiter unterhalb bis Siemohnen 0,7 bis 0,9 m betrug.

Sofort nach dem Eisabgange gingen schon im letzten Frühjahre bei einem Wasserstande von 4 m am Pegel in Gr.-Bubainen die ersten Schiffe hier durch die Brücke aufwärts bis Insterburg und es konnte die Schiffahrt von da ab bis Mitte Juni — also durch $2^1/_2$ Monate — ohne Störung auf dem oberen Pregel betrieben werden. In dieser Zeit sind im ganzen 117 Fahrzeuge sowohl zu Berg als zu Thal gröfstentheils beladen durch die Brücke bei Gr.-Bubainen gegangen. Freilich mufste bei dem weiteren Fallen des Wassers dann die Schiffahrt nach Insterburg wegen zu geringer Wassertiefe wieder eingestellt werden. Doch zeigt nebenstehende Uebersicht, dafs seit der Beseitigung des Bubainer Mühlenstaues noch unausgesetzt eine allmähliche Aus-

Uebersicht

über den fortschreitenden Ausgleich des Wasserspiegelgefälles zwischen Insterburg und Siemohnen bei Niedrigwasser vom 1. Nov. 1886 — kurz vor Beseitigung des Mühlenstaues — bis 15. Juni 1888.

Bezeichnung des Pegels	Nach der neuesten Stationirung		Wasserspiegel			Wasserspiegel			Wasserspiegel			Wasserspiegel			Anzustrebendes Gefälle 1 : 3875				Bemerkungen.
	bei	Entfernung	Stand am 1./11. 1886	Gefälle absolutes	Gefälle relatives	Stand am 8.12. 1886	Gefälle absolutes	Gefälle relatives	Stand am 1.10. 1887	Gefälle absolutes	Gefälle relatives	Stand am 15.6. 1888	Gefälle absolutes	Gefälle relatives	Wasserstand	absolutes Gefälle	Erforderliche Senkung	Erforderliche Hebung	
	km	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	
Insterburg	0		9,10			9,10			9,06			9,20			8,91		0,29		Die Wasserstandshöhen sind an sämtlichen Pegeln auf Normalnull bezogen.
		1503		0,30	1 : 5010		0,39	1 : 3854		0,46	1 : 3267		0,54	1 : 2783		0,38			
Instermündung	1,5 $+^{8}$		8,80			8,71			8,60			8,66			8,53		0,13		
		1117		0,10	1 : 11170		0,30	1 : 3723		0,40	1 : 2792		0,42	1 : 2660		0,29			
Nettinen	2,5 $+^{120}$		8,70			8,41			8,20			8,24			8,24		0		
		2530		0,10	1 : 25300		0,25	1 : 9120		0,28	1 : 9036		0,38	1 : 6658		0,65			
Leipeningken	5,0 $+^{150}$		8,60			8,16			7,92			7,86			7,59		0,27		
		2630					0,14	1 : 18785		0,20	1 : 13150		0,32	1 : 8219		0,68			
Klein-Bubainen	7,5 $+^{200}$		—			8,02			7,72			7,54			6,91		0,63		
		2042		0,08	1 : 83250		0,44	1 : 4641		0,60	1 : 3403		0,66	1 : 3096		0,53			
Zwischenpegel	9,5 $+^{322}$					7,58			7,12			6,88			6,38		0,50		
		1798					1,20	1 : 1498											
Grofs-Bubainen Ober-Wasser	11,5 $+^{120}$		8,52			6,38				1,56	1 : 1274		0,92	1 : 2161		0,51			
		190		3,33	Stau		0,30	1 : 633											
Grofs-Bubainen Unter-Wasser	11,5 $+^{310}$		5,19			6,08			5,58			5,96			5,87		0,09		
		3409		0,51	1 : 6684		1,29	1 : 2643		0,88	1 : 3874		1,06	1 : 3216		0,88			
Schwägerau	15,0 $+^{219}$		4,68			4,79			4,68			4,90			4,99			0,09	
		7701		1,80	1 : 4278		1,77	1 : 4351		1,81	1 : 4250		1,90	1 : 4063		1,99			
Siemohnen	22,5 $+^{430}$		2,88			3,02			2,87			3,0			3,0		0		
				6,22			6,08			6,19						5,91			
Georgenburg	— 0,5 $+^{0}$		8,90			8,90			8,84										
		2003		0,10	1 : 20030		0,19	1 : 10542		0,24	1 : 8346								
Instermündung	+ 1,5 $+^{3}$		8,80			8,71			8,00										

gleichung des Wasserspiegelgefälles sich vollzogen hat und dafs die Erreichung des angestrebten Zieles mit einiger Nachhülfe in kurzer Zeit wohl erwartet werden darf.

Bei einem für den ungefähren mittleren Sommerwasserstand im Pregel anzustrebenden gleichmäfsigen Wasserspiegelgefälle zwischen Insterburg und Siemohnen von 1:3875 würde nach vorstehender Uebersicht noch eine Vertiefung der Flufssohle am Pegel zu Insterburg von 0,29 m, an der Instermündung von 0,13 m, bei Leipeningken von 0,27 m, bei Kl.-Bubainen von 0,63 m, am Zwischenpegel von 0,50 m und bei Gr.-Bubainen von 0,09 m nöthig sein, während am Pegel in Schwägeran noch eine Hebung desselben von 0,09 m erfolgen mufs. Hiernach ist die gröfste Vertiefung der Flufssohle noch zwischen Kl.-Bubainen und dem nächstfolgenden Zwischenpegel nöthig, wo sich auch, wie schon oben bemerkt ist, bei der letzten, am 15. Juni d. J. vorgenommenen Längspeilung naturgemäfs die geringsten Fahrtiefen vorgefunden haben.

Zunächst wird nun noch durch weitere Baggerungen auf die möglichst schleunige Herstellung des gleichmäfsigen Wasserspiegelgefälles und der nöthigen Fahrtiefe mit der in Aussicht genommenen Normaltiefe von 1,1 m bei dem Durchschnittlich niedrigsten Wasserstande hinzuwirken und deren dauernde Erhaltung durch genügende Einschränkung des Fahrwassers bis zur Mittelwasserhöhe zu sichern sein. Zu diesem Zwecke werden die Köpfe der alten Buhnen, welche sich im ganzen noch gut erhalten haben, mit Rücksicht auf die Senkung des Wasserstandes und der geringeren zulässigen Breite des Fahrwassers mit möglichst flachen Böschungen erneut, und vor den Ufern, an welchen bis jetzt solche fehlten, Buhnen oder Deckwerke neu hergestellt werden müssen. Die angestellten Ermittlungen für die Strombreite haben ergeben, dafs zwischen den Buhnenköpfen, welche in der mittleren Sommerwasserhöhe oder etwa 1 m über dem zukünftigen niedrigsten Wasserstande zu erbauen sein dürften, eine Breite von 24,5 m genügt, während die Flufssohle aber nur 12 bis 15 m breit genommen werden darf.

Was schliefslich nun noch den Erfolg betrifft, welcher durch Beseitigung des Bubainer Mühlenstaues für das Insterthal bezüglich dessen früheren höchst ungünstigen Vorfluthverhältnissen erreicht worden ist, so hat sich zwar bis jetzt nur eine Senkung des Wasserspiegels an der Instermündung bis höchstens 30 cm bemerklich gemacht. Dieselbe dürfte auch nach dem vollständigen Ausgleich des Wasserspiegelgefälles zwischen Insterberg und Siemohnen dort nicht mehr als 40 cm betragen; doch ist bei dem jetzt ziemlich bedeutenden, um den ganzen früheren Stau vermehrten Flufsgefälle im Vergleich zu früher eine viel schnellere Abführung des Hochwassers sowohl im oberen Pregel, als auch im Insterthale herbeigeführt und es steht deshalb zu erwarten, dafs für die Folge die meist durch den Rückstau aus der Angerapp bezw. dem oberen Pregel hervorgerufenen höchst schädlichen Sommerüberfluthungen im Insterthale viel seltener und in geringerer Höhe und Ausdehnung eintreten werden, als dies vor der Beseitigung des Mühlenstaues der Fall war, und dafs hiermit wenigstens schon einer weiteren Versumpfung der Insterwiesen Einhalt gethan und die Möglichkeit geboten ist, demnächst einen vortheilhaften Meliorationsentwurf für das Insterthal zur Ausführung zu bringen.

Danzig, im Juli 1888. Loenartz.

Die Eisenbahnbrücke über die Recknitz.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 68 und 69 im Atlas.)

Die vollspurige Nebenbahn Strahlsund-Rostock überschreitet unweit der Stadt Damgarten das Thal der Recknitz, des Grenzflusses zwischen dem Königreich Preufsen und dem Grofsherzogthum Mecklenburg-Schwerin, etwa 1 km oberhalb ihrer Mündung in den Ribnitzer See. Der Flufs ist an der Uebergangsstelle rund 26 m breit und bei Mittelwasser 3,3 m tief; es verkehren auf ihm bereits jetzt kleinere Seefahrzeuge mit feststehenden Masten. Die Anzahl dieser Schiffe wird sich voraussichtlich erheblich steigern, sobald die geplante Ausbildung des Flusses als künstliche, mit Schleusenanlagen versehene Wasserstrafse verwirklicht sein wird. Die Rücksicht auf diese Verhältnisse führte zur Herstellung einer beweglichen Brückenöffnung. Der Wasserlauf wird mit einem festen, durch Fachwerksträger überspannten Ueberbau von 15,7 m Lichtweite und einer einarmigen Drehbrücke von 11,8 m Lichtweite überbrückt. Etwa 90 m flufsabwärts übersetzt die Stralsund-Rostocker Chaussee den Flufs mit einer Klappbrücke. Infolge der geringen Entfernung beider Brücken war die Lage der Drehbrückenpfeiler gegeben, eine Verlegung des Flufsbettes und die Erbauung der Brücke im Trocknen daher ausgeschlossen.

Die Gründungsarbeiten.

Das Thal der Recknitz, welches eine Breite von rund 1200 m hat, ist mit einer Moorschicht von erheblicher Mächtigkeit ausgefüllt. An der Baustelle besitzt das Moor eine Stärke von durchschnittlich 6 m, in einer Entfernung von 15 m flufsabwärts wächst dieses Mafs bis auf etwa 10 m. Unter der vielfach vollständig weichen Torfmoorschicht, deren Oberfläche sich nur wenig über Normal-Null erhebt, lagert in 3,5 m Mächtigkeit grauer, mit Muscheln durchsetzter Triebsand, welcher sodann in etwas schärferen, bisweilen mit kleinen Steinchen vermengten Sand übergeht.

Es wurde eine Gründung auf Brunnen gewählt, weil nach den angestellten Kostenberechnungen sich diese Gründungsart billiger erwies, als eine solche auf Pfahlrost. Zur Aufführung der im offenen Wasser stehenden Pfeiler wurden künstliche Inseln geschüttet, deren Umschliefsung durch 7 m lange, gehörig verankerte Stülpwände bewirkt wurde, welche im Januar 1887 von der festen Eisdecke des Flusses aus geschlagen werden konnten. Je zwei Brunnen eines Pfeilers wurden gleichzeitig aufgemauert und gesenkt. Bis auf etwa 7 m Tiefe konnten die Bodenmassen im Trockenen unter Wasser-

haltung ausgehoben werden, in gröſserer Tiefe muſsten Verticalbagger verwendet werden. Bei Tiefen über 7 m wurde in der Regel die Reibung zwischen Brunnenwand und Erde so bedeutend, daſs ein Senken des Brunnens nicht eintrat, obwohl die Ausbaggerung bis 2 m unter Brunnenkranz vorgetrieben wurde. Durch schnelles Auspumpen des Wassers mittels kräftiger Kreiselpumpe ist jedoch ein rasches Niedergehen herbeigeführt, wobei oft Fortschritte von 0,5 m in einer halben Stunde erzielt werden konnten. Irgend welche Hindernisse, als Baumstämme oder groſse Steine, welche ein Aufsetzen der Brunnen hätten veranlassen können, wurden nicht angetroffen. Schiefe Stellungen der Brunnen, welche bei einer Aufmauerung bis zu 5 m über dem Erdboden häufiger vorkamen, wurden anfangs mit Hülfe von Flaschenzügen, später mittels fester Absteifungen während des Senkens leicht behoben, sodaſs sämtliche Brunnen fast genau lothrechte Stellung erhielten. Bei den kleineren Brunnen des westlichen Pfeilers gelang es nicht, den Sand bis Unterkante Brunnen auszubaggern, weil infolge der feinkörnigen Beschaffenheit desselben an dieser Stelle ein Emporquellen bis zu 1,5 m Höhe eintrat. Nach Beendigung der Senkung wurde das hohle Brunnenmauerwerk einer Belastung, bestehend aus Eisenbahnschienen und Steinen, ausgesetzt, deren Gewicht annähernd gleich der späteren dauernden Auflast aus Mauerwerk, Ueberbau und Verkehrslast bemessen war. Es wurden hierbei Senkungen zwischen 0,3 und 6,5 cm bei den verschiedenen Brunnen beobachtet.

Zum Einbringen des Betons sind zuerst Trichter benutzt. Doch war deren Handhabung in dem beengten Brunnenraume unbequem, auch konnte ein Auswaschen des Cements während des 10 m tiefen Falles nicht ganz vermieden werden. Man ging daher späterhin zur Verwendung von Kasten mit sechsseitigem Querschnitte über, die sich in jeder Hinsicht als zweckmäſsig erwiesen. Ein Versuch, die Stärke der Betondecke bis auf 1,5 m zu vermindern, wurde nach Auspumpen des ersten derartig betonirten Brunnens nicht weiter durchgeführt, weil bei etwa 8 m Wasserdruck Quellen durchbrachen, welche die Vornahme der Ausmauerung erschwerten. Zur Standsicherung der Pfeiler wurde eine ausgedehnte Steinpackung eingebracht und zu diesem Zwecke die Sandschüttung und der Moorboden um die Brunnen herum und zwischen denselben mittels schwimmenden Dampfbaggers beziehungsweise Handbaggers entfernt. Diese Arbeit war mit gröſseren Schwierigkeiten verknüpft, auch erwiesen sich hierbei die kleineren Brunnen des westlichen Landpfeilers als nicht widerstandsfähig genug gegen seitlichen Druck. Da die Ausbaggerung und Steinschüttung anfangs nicht ganz gleichmäſsig auf allen Seiten hergestellt werden konnte, trat hier eine geringe Bewegung des Pfeilers ein, und es entstanden einzelne Risse in dem aufgehenden Mauerwerk der Flügel. Nachdem jedoch Steinschüttung und Hinterfüllung sich gesetzt hatten, wurde eine weitere Bewegung im Mauerwerk nicht mehr beobachtet.

Einschlieſslich Lieferung der Materialien, mit Ausnahme des von der Verwaltung beschafften Cements, wurden nachstehende Einheitspreise an den Unternehmer gezahlt:

für 1 Brunnenkranz	200,00 ℳ
„ 1 cbm Brunnenmauerwerk	23,50 ℳ
„ 1 cbm Baggerung einschl. Brunnensenkung	8,00 ℳ
für 1 cbm Betonirung	14,00 ℳ
„ 1 cbm Füllmauerwerk	18,00 ℳ
„ 1 cbm aufgehendes Mauerwerk	17,00 ℳ
„ 1 cbm Gewölbemauerwerk	25,00 ℳ
„ 1 cbm Granitwerkstein	130,00 ℳ
„ 1 qm Verblendung, als Zulage	0,80 ℳ
„ 1 m Rollschicht, als Zulage	0,50 ℳ
„ 1 cbm Steinschüttung	10,00 ℳ
„ 1 qm Putz nebst Theeranstrich	1,00 ℳ
„ 1 kg Eisen der Verankerungen	0,30 ℳ

Die gesamten Kosten der im Mauerwerk fertig gestellten Brücke, einschlieſslich des von der Verwaltung gelieferten Cements und einschlieſslich der Kosten für die Belastung der Brunnen, betragen rund 64200 ℳ

Die Drehbrücke.

Die Drehbrücke ist in der gesamten Anlage und in den verschiedenen Einzeltheilen den im Directionsbezirk Berlin ausgeführten anderweitigen Drehbrücken, die sich durch ihr günstiges Verhalten im Betriebe gut bewährt haben, nachgebildet. Sie weicht nur darin von den älteren Ausführungen ab, daſs bei ihr an Stelle des Hebelgewichtes in der Winde des Hebewerkes ein günstiger wirkendes Kettengewicht angeordnet worden ist. Der Ueberbau zeigt zwei ungleich lange Arme, von denen der längere die Durchfahrtsöffnung überbrückt, der kürzere auf dem Drehpfeiler ruht. Die gesamte Stützweite von 18,45 m ist bei geschlossener Brücke durch ein mittleres Auflager in zwei Spannweiten von 5,70 und 12,75 m getheilt. Im ausgeschwenkten Zustande ruht die Brücke auf dem Drehzapfen, welcher 4,55 m beziehungsweise 13,90 m von den Enden entfernt liegt. Die Hauptträger sind in 2,6 m Abstand von einander gelegt, die Querträger in 0,85 m Entfernung, soweit nicht die Constructions-Verhältnisse eine noch engere Theilung bedingen. Der geringe Abstand der Querträger ermöglicht im Bedarfsfalle die Verwendung eines kleinen Schienenprofils.

Zwischen den Querträgern am Ende des kurzen Brückenarmes findet das Gegengewicht aus guſseisernen Blöcken Aufnahme. Letzteres ist so bemessen, daſs das Gewicht der Brücke beim Ausschwenken fast ausschlieſslich auf dem Drehzapfen ruht und nur ein geringes Uebergewicht das Stützrad belastet. Sobald die Brücke ausgedreht werden soll, werden die drehbaren Pendel des Endauflagers am kurzen Brückenarme ausgeschwenkt, und es erfolgt eine Senkung dieses Brückenendes um etwa 50 mm in der Weise, daſs sowohl das vordere Brückenende als auch das Mittellager frei schweben und die Brücke nur auf dem Drehzapfen sowie dem Stützrade aufruht.

Zur Verhütung des seitlichen Schwankens der Brücke ist zu jeder Seite des Drehzapfens ein Laufrad, sowie ferner zur Verhütung des Ueberkippens nach der dem Stützrade entgegengesetzten Seite eine Stützrolle an dem dem Drehzapfen zunächst liegenden Querträger angebracht. Sowohl das Stützrad, als auch die beiden seitlichen Laufräder schweben bei eingeschwenkter Brücke frei, die beiden letzteren mit 5 mm Spielraum auch beim Drehen der Brücke, falls nicht durch seitliche Schwankungen eines der beiden Räder zum Aufliegen kommt. Das Stützrad läuft auf einem in rund

4,1 m Entfernung vom Drehzapfen liegenden Laufkranze, die Lauf- und Stützrollen auf einem in 1,1 m Abstand befindlichen Schienenkranze.

Die Hauptträger und die dem Drehzapfen benachbarten, sowie die am Ende des kürzeren Brückenarmes liegenden Querträger sind als Blechträger ausgebildet; die übrigen Querträger bestehen aus einem I-Eisen Nr. 30. In der unteren Ebene dieser Querträger ist der Windverband angeordnet.

Der Drehzapfen besteht aus einem Gufsstahl-Cylinder von 90 mm Durchmesser, der oben nach einem Kugeleinschnitt von 90 mm Halbmesser ausgerundet und mit seinem unteren, ganz schwach kegelförmig zulaufenden Ende in einen gufseisernen Bock genau passend eingelassen ist. Zur unverrückbaren Lage des Drehzapfens ist noch eine Stellschraube durch die Wandung des Lagerbockes hindurch in den Zapfen eingesetzt. Das Herausnehmen des Zapfens wird durch Eintreiben eines Keils in einen entsprechenden Ausschnitt des Lagerbockes bewirkt.

Die Pfanne ist aus einer gufsstählernen Spindel mit flachem Gewinde gebildet, in welcher ein besonderes, nach einem Halbmesser von 90 mm abgerundetes Lagerstück mit Haltestiften befestigt wurde. Die Spindel ist in ein Schmiedestück eingeschraubt, das mit 6 Stahlbolzen von 38 mm Kerndurchmesser an den kleinen Längsträgern befestigt wird und auf diesem Wege das Gewicht der Brücke auf den Drehzapfen überträgt. Oben endigt die Spindel als Achtkant, um welches ein gufseiserner Schuh zur Verhinderung der Drehung festgelegt ist. Soll die Berichtigung der Höhenlage der Spindel erfolgen, so wird der gufseiserne Schuh abgehoben und die Spindel mit einem Schlüssel gedreht. Behufs Oelung der Berührungsfläche von Zapfen und Pfanne ist letztere bis zur Lagerfläche durchbohrt. Bei eingeschwenkter Brücke beträgt der Spielraum zwischen Zapfen und Pfanne 5 mm.

Das Stützrad und die Laufräder sind aus Gufseisen, ihre Achse aus Schmiedeeisen hergestellt. Ersteres, dessen Belastung auf 500 kg bemessen ist, läuft auf einem gufseisernen Kranze, an dessen Aufsenseite Zähne angegossen sind. In diese greift ein kleines Zahnrad ein, durch welches die Drehung der Brücke bewirkt wird.

In 1,15 m Entfernung vom Drehzapfen, nach dem längeren Brückenarm zu, sind die festen Mittelauflager unter den Hauptträgern angeordnet in der Weise, dafs an das untere wagerechte Gurtungsblech des Trägers eine schmiedeeiserne Platte mit versenkten Nieten angeschlossen ist, welche sich auf die gehobelte Oberfläche eines gufseisernen Auflagerbockes auflegen kann. Die Endauflager am langen Brückenarm sind sattelförmig gestaltet, um eine genaue und unveränderliche Lage des Brückenendes zu sichern. An der einen Unterlagsplatte dieser Lager ist zudem ein kräftiger Knaggen angebracht, der ein Hinausdrehen über die richtige Lage hinweg verhindert.

Zum Heben und Senken der Brücke dient eine Vorrichtung, die aus zwei ungleicharmigen Winkelhebeln besteht, welche durch eine Winde in Thätigkeit gesetzt werden können. Die Winkelhebel sitzen auf einer kurzen Welle und tragen am längeren Arme Ketten, welche mit ihrem anderen Ende um Kettenscheiben geschlungen sind. Beim Aufwinden der Ketten werden die längeren Hebelarme angehoben, die kürzeren Arme greifen unter die Zwischenlängsträger und heben allmählich den Ueberbau, sodafs ein Ausschwenken der beweglichen Pendelauflager möglich wird. Die Kettenscheiben sind auf einer Welle befestigt, auf deren anderem Ende das grofse Zahnrad der Winde und die Kettenscheibe mit den Gegengewichtsketten sitzen, während die Achse des kleinen Zahnrades der Winde das Spillrad und das Sperrrad trägt.

Die Handhabung bei dem Ausschwenken der Brücke gestaltet sich wie folgt: Der Wärter dreht zunächst das Spillrad eine kurze Strecke entgegengesetzt der Bewegung eines Uhrzeigers. Hierdurch wird das kurze Brückenende etwas angehoben, wobei die Gegengewichtskette unterstützend mitwirkt. Die Pendel der Hinterlager, auf denen der Brückenarm vorher ruhte, werden entlastet und schwingen frei in ihren Lagerbolzen. Nunmehr erfolgt das Festlegen der Winde, indem mittels des in der Grundrifszeichnung des Windebockes sichtbaren Hebels ein in einem Gleitstück festgelagerter Zahnzapfen in eine Zahnlücke des Sperrrades eingeschoben wird. Die Brücke ist somit in gehobener Lage festgehalten und es kann durch Umlegen eines Hebels das Ausschwenken der Pendel bewirkt werden. Gleichzeitig mit dieser Bewegung der Pendel werden doppelte Riegel, welche an beiden Enden der Brücke in entsprechende Hülsen hineinragen, aus diesen selbstthätig herausgeschoben. Die Sperrvorrichtung der Winde wird nunmehr gelöst, und durch Umdrehen des Spillrades in entgegengesetzter Richtung der kürzere Brückenarm unter dem Einflufs des Gegengewichtes gesenkt, was so lange geschieht, bis das Gegengewicht der Brücke der Gegengewichtskette an der Winde das Gleichgewicht hält. Durch weiteres Aufwickeln der Gegengewichtskette senkt sich der kürzere Brückenarm tiefer, die Brücke legt sich zunächst auf den Drehzapfen und im weiteren auch auf das Stützrad auf. Nachdem die Winde in dieser Lage wiederum gesperrt ist, wird die Brücke ausgeschwenkt, indem ein Kanonenschlüssel sich auf die Achse des Zahngetriebes aufsetzt und durch Drehung des Schlüssels das Getriebe längs des Zahnradkranzes sich fortbewegt. Der ausgeschwenkte längere Brückenarm stützt sich auf ein am Ufer errichtetes hölzernes Hochgerüst.

Beim Einschwenken der Brücke werden diese Handhabungen in umgekehrter Reihenfolge wiederholt.

Das Aufbringen des Ueberbaues wurde auf fester Rüstung vorgenommen, deren Pfähle zum Theil in den Moorboden eingerammt, zum Theil auf die Steinfüllung der Pfeiler aufgesetzt waren.

Das Eisengewicht beträgt abgerundet:

1. bei der festen Brücke
   17 650 kg Schmiedeeisen,
   550 kg Gufseisen,
2. bei der Drehbrücke
   15 100 kg Schmiedeeisen des eigentlichen Ueberbaues,
   2 500 kg desgl. der Dreh- und Hebevorrichtung,
   2 800 kg Gufseisen desgl. und der Auflager,
   17 100 kg Gufseisen des Gegengewichtes.

Aufserdem kamen zur Verwendung 360 kg Gufsstahl, 20 kg Messing, 530 kg Blei.

Bei einem Einheitspreise von 298,50 ℳ für die Tonne Schmiedeeisen und 369,50 ℳ für die Tonne der bearbeiteten Gufseisentheile betrugen die Kosten des fertig aufgestellten,

mit Anstrich versehenen Ueberbaues der beiden Oeffnungen rund 14100 ℳ

Die Sicherungsanlagen.

Die Brücke wird nach beiden Seiten hin durch einarmige Abschlufssignale, sowie durch Scheiben-Vorsignale gedeckt. Erstere sind in etwa 300 m, letztere in etwa 500 m Entfernung von der Brücke aufgestellt. Die Einstellung dieser Signale wird mittels Drahtzuges von Stellböcken aus bewirkt, von denen der eine auf dem Drehpfeiler, der zweite auf dem Mittelpfeiler der Brücke untergebracht ist. Durch die Stellböcke reicht je eine Schubstange hindurch, welche mit der Verriegelung der Brücke durch Winkelhebel verbunden ist. Schubstange und Hebel am Stellbock können nur dann in ihrer rechtwinklig zu einander gelegenen Bahn bewegt werden, wenn die passend eingeschnittenen Schlitze den Durchgang gestatten. Es ist infolge davon die Umstellung des Abschlufssignals auf „freie Fahrt" nur möglich, nachdem die Brücke vollständig geschlossen und sicher verriegelt worden ist. Ebenso bleibt die Entriegelung der Brücke nur dann ausführbar, wenn die Signale die Haltstellung zeigen. Gleichzeitig mit der Bewegung der Schubstange wird ein auf dem Drehpfeiler aufgestelltes, selbstthätiges Brückensignal um 90° gedreht, derart, dafs bei entriegelter Brücke eine rothe Tafel, beziehungsweise roth leuchtende Laterne in der Fahrtrichtung sichtbar wird, während bei eingeschobener Verriegelung die Tafel parallel zum Geleise sich stellt, vom Zuge aus also nicht sichtbar ist, und die Laterne nach beiten Seiten hin grün geblendet erscheint.

Den Schiffern werden die erforderlichen Signale an einem besonderen, am Drehpfeiler befestigten Maste gegeben. Soll die Brücke geschlossen, also für die Durchfahrt der Schiffe gesperrt werden, so wird an jenem Maste ein Korb, bei Dunkelheit eine nach dem Wasser roth leuchtende Laterne hochgezogen, welche erst herabgelassen werden, nachdem die Brücke vollständig ausgeschwenkt ist. Bei Dunkelheit brennen aufserdem an den Vorköpfen des Mittelpfeilers weifse, an den Hauptträgern der Drehbrücke über der Fahrrinne rothe Laternen.

Kosten.

Die Gesamtkosten der Brückenanlage betragen rund 80000 ℳ Die Ausführung derselben erfolgte nach den von der Königlichen Eisenbahn-Direction aufgestellten Entwürfen durch das Betriebs-Amt Stralsund.

Selbstthätiger Kohlenkipper im Kaiserhafen in Ruhrort.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 70 im Atlas.)

Der Ruhrorter Hafen, nach seiner Ausdehnung und Bedeutung der gröfste Binnenhafen des europäischen Festlandes, bildet einen Hauptstapelplatz für die westfälische Kohle. Seit dem Niedergang der Ruhrschiffahrt werden die Kohlen lediglich durch die Eisenbahn dem Hafen zugeführt und dann zum gröfsten Theil unmittelbar aus den Eisenbahnwagen in die Rheinschiffe verladen. Nur bei mangelndem Schiffsraum oder bei ungünstigen Wasserständen des Rheins werden dieselben auf den Kohlenlagerplätzen gelagert, um dann später ihren Weg in die Rheinschiffe zu nehmen. Unter den zahlreichen Vorrichtungen, welche das Verladen der Kohlen aus den Eisenbahnwagen in die Schiffe vermitteln, bilden die selbstthätigen Kohlenkipper, deren jetzt fünf Stück im Ruhrorter Hafen in Betrieb sind, die zweckmäfsigste Einrichtung, da dieselben in schnellster und billigster Weise dieses Verladegeschäft bewältigen. Die neueste dieser Kipperanlagen, welche in den Jahren 1885 und 1886 im Kaiserhafen in Ruhrort erbaut wurde, ist auf Blatt 70 dargestellt.

Gründung und Aufbau des Kippers.

Der Aufbau des Kippers ist auf einen Betonkörper von 8,50 m Länge, 6,45 m Breite und 5,0 m Stärke gegründet, dessen Sohle wegen etwa bevorstehender Vertiefung des Hafens auf — 3,50 m am Ruhrorter Pegel (R. P.) gelegt werden mufste und dessen Wände durch eine bis auf — 5,0 m R. P. eingerammte Pfahlwand umschlossen wird. Die schlechten Erfahrungen, welche beim Einrammen hölzerner Pfahlwände in den aus festem groben Kies bestehenden Untergrund des Ruhrorter Hafens gemacht sind, legten den Gedanken nahe, bei den theuern Holzpreisen am Unterrhein statt der hölzernen Pfähle solche aus Walzeisen zu verwenden, da dieselben vermöge ihres geringeren Querschnittes leichter in den harten Boden einzutreiben waren. Demzufolge wurde die Pfahlwand aus 7 m langen, am unteren Ende zugeschärften I-Trägern (Union 1885 Prof. 8°; H = 235 mm, B = 90 mm, G = 29 kg f. d. lfd. m) gebildet. Nachdem in Entfernungen von etwa 3 m Richtpfähle geschlagen waren, wurde ein eisernes Zangenpaar, aus U-Eisen bestehend, bis zur Hafensohle niedergelassen und ein gleiches Zangenpaar in Höhe der Pfahlköpfe angebracht, hierauf die ganze Pfahlwand so eingesetzt, dafs die I-Eisen sich in ihren Flanschen dicht berührten, und mittels einer gewöhnlichen Zugramme mit einem Gufsstahlbären von 6 Ctr. Gewicht in den Kiesboden eingetrieben. Die Zangen sind nach Fertigstellung der Pfahlwand wieder entfernt und als Holm für die Pfahlwand benutzt worden.

Zum Einrammen der 30 m langen Pfahlwand, welche im Mittel 4 m in den Untergrund getrieben werden mufste, waren 6370 Hitzen der Ramme mit je 15 Schlägen erforderlich. Die gröfste Anzahl Schläge für einen Pfahl betrug 1395, die geringste 285. Im Mittel erhielt jeder Pfahl 759 Schläge. Es sei zum Vergleich erwähnt, dafs bei Ausführung ähnlicher Arbeiten im Ruhrorter Hafen Holzpfähle von 25 cm Stärke unter Benutzung einer Dampframme mit 26 Ctr. schwerem Bär im Mittel 7000 Schläge erhielten, ohne die angegebene Tiefe voll zu erreichen. Die eisernen Pfähle durchschnitten genau in der eingerichteten Lage den Kiesboden und ein Geraderichten derselben war nur selten erforderlich, auch wurden die Köpfe der Pfähle durch die Schläge des Bären so wenig angegriffen, dafs das als Holm dienende U-Eisen, welches wie eine Kappe die Pfahlköpfe



deckt, ohne Nacharbeit der letzteren aufgebracht werden konnte. Die eiserne Pfahlwand wurde nach Fertigstellung, soweit es der Wasserstand gestattete, mit einem Oelfarbenanstrich versehen und gewährt durch die kräftige Schattenwirkung der Flanschen ein gefälliges Aussehen.

Durch die geringeren Arbeitslöhne für das Einrammen der Pfähle stellt sich diese Bauweise billiger als eine gleichartige Pfahlwand aus Tannenholz.

Nach Fertigstellung der Pfahlwand wurde das Innere der Baugrube mit einem Handbagger ausgebaggert und mittels eines Holztrichters mit gutem Cementbeton bis über Wasser ausgefüllt. Der Aufbau des Kippers besteht bis zur Höhe des Hafenweges aus Bruchsteinmauerwerk in verlängertem Cementmörtel, welches in seinen Aufsenflächen mit quaderartig bearbeiteten Bruchsteinen aus Ruhrsandstein verblendet ist. Von der Höhe des Hafenweges an wurde wegen der vielen einzumauernden Zugstangen und Eisentheile Ziegelmauerwerk in verlängertem Cementmörtel gewählt. Auf diesem Aufbau ruht der Oberbau der eigentlichen Kippvorrichtung mit dem vorgebauten Trichter.

Die Kippvorrichtung.

Die Kippvorrichtung ist nach dem deutschen Reichspatent Nr. 6129 der Gutehoffnungshütte in Oberhausen hergestellt und bewirkt das Kippen von vollspurigen Eisenbahnwagen von 2,5 bis 4 m Radstand selbstthätig, nur durch Benutzung des Eigengewichtes der Entlademasse als Betriebskraft. Zu diesem Zwecke wird der zu entladende Wagen beim Auffahren auf die um den Zapfen *o* schwingende Bühne in einer solchen wagerechten Entfernung von dem Drehzapfen festgehalten, dafs der Schwerpunkt des beladenen Wagens mit der Bühne etwas wasserseitig vom Drehzapfen *o* liegt, während der Schwerpunkt des entleerten Wagens mit der Bühne etwas landseitig vom Drehzapfen liegt. Hierdurch kippt die Bühne mit dem beladenen Wagen um etwa 45° nach der Wasserseite zu soweit, dafs sich die Bühne auf die Prellbalken *a* legt und der Wagen seinen Inhalt in den vorgebauten Trichter entleert. Beim Zurückkippen legt sich die Bühne wieder wagerecht auf den Prellbalken *d* auf. Das Festhalten des Wagens auf der Bühne geschieht durch zwei Fanghaken, welche die Vorderachse des Eisenbahnwagens umfassen. Da die Verbindungsstangen der vorderen Bremsklötze an den mit Bremseinrichtungen versehenen Eisenbahnwagen tiefer sitzen als die Achsen der Eisenbahnwagen, so dürfen die Fanghaken erst dann aufgerichtet werden, wenn die Fanghaken die Bremsstange nicht mehr fassen können. Dies geschieht gleichfalls selbstthätig. Beim Auffahren des Wagens auf die Bühne drücken die Radflanschen der Vorderräder zwei seitwärts über Schienenoberkante vorstehende Hebel *b* nieder. Die hierdurch erfolgte Drehung der Achse *c* setzt nun eine weitere Hebelverbindung in Bewegung, wodurch die beiden mit den Fanghaken versehenen Hebel bis zum Umfassen der Wagenachse gehoben werden. Beim Abfahren des Wagens fallen die Hebel wieder von selbst nieder. Um Wagen von verschiedenem Radstande kippen zu können, ist das Hebelsystem der Fanghaken in einem Schlitten verschiebbar eingerichtet. Die dem Achsstande der Wagen anzupassende Verschiebung des Schlittens geschieht vom Standpunkte des Kippmeisters aus mittels der Handräderwinde *f*, deren Einwirkung auf den Schlitten aus der Zeichnung ersichtlich ist. Um den zu kippenden Wagen in jeder beliebigen Stellung festhalten zu können, befindet sich an der Kippbühne ein Zahnradausschnitt, in welchen ein mit einer Bandbremse *g* versehenes kleineres Zahnrad eingreift. Die Bandbremse wird durch Bewegung des langen Hebels *h* angezogen.

Der Betrieb beim Kippen gestaltet sich nun folgendermafsen. Der mit der Handhabung des Betriebes betraute Kippmeister zieht die Bremse *g* an, stellt den Hebel *h* derselben mittels eines Stiftes fest und bringt, wenn es der Radstand des zu kippenden Wagens erfordert, durch Drehung des Handrades *f* die Fanghaken in die erforderliche Stellung. Nachdem dann der Wagen aufgefahren und von den Fanghaken gefafst ist, wird die vordere Kopfbrucke des Wagens aufgeschlossen und die Bremse so lange gelöst, bis der Wagen gekippt ist und seinen Inhalt in den vorgebauten Trichter entleert. Nachdem dann die etwa in den Ecken des Wagens haftenden Kohlen mit Hülfe langer Harken noch in den Trichter gezogen sind, wird die Bremse abermals gelöst, und die Kippbühne mit dem leeren Wagen schlägt in die wagerechte Lage zurück. — Für den bei einem eingeübten Kippmeister äufserst selten vorkommenden Fall, dafs der entleerte Wagen infolge falscher Stellung der Fanghaken nicht wieder zurückkippt, ist die auf den Zahnradabschnitt wirkende Welle mit einer Windevorrichtung in Verbindung gebracht, welche gestattet, dafs die Kippbühne in die wagerechte Lage zurückgedreht werden kann.

Der der Kippbühne vorgebaute Trichter, welcher bis 300 Ctr. Kohlen fassen kann, ist, um den Fall der Kohlen und das Zerbröckeln derselben zu ermäfsigen, mit einer Bodenklappe versehen, welche durch eine auf der Plattform des Trichters aufgestellte Winde geöffnet werden kann, sodafs die Kohlen allmählich durch vorgehängte Schüttrinnen in den Schiffsraum gleiten. Bei wachsendem Wasserstande können die Schüttrinnen entfernt werden, auch ist der Trichter so eingerichtet, dafs derselbe bis zur Höhe von 8,35 m R. P. ganz in den massiven Aufbau zurückgezogen werden kann, sodafs bei höheren Wasserständen die Kohlen dann unmittelbar aus den Eisenbahnwagen in die Schiffe gekippt werden. Dieser Zustand tritt für die gröfseren Schiffe, welche eine Bordhöhe von etwa 2,50 m besitzen, schon bei einem Wasserstande von 4,0 m R. P. ein. Bei 5,50 m R. P., einem Wasserstande, welcher selten vorkommt, mufs das Kippgeschäft für die gröfseren Schiffe ganz eingestellt werden, weil dieselben dann nicht mehr unter den festen Theil des Trichters gefahren werden können.

Die Kippvorrichtung mit dem Trichter wurde von der Gutehoffnungshütte in Oberhausen geliefert. Für den Betrieb bei eingetretener Dunkelheit ist hinreichende Gasbeleuchtung vorgesehen.

Die Geleisanlage.

Die zum Kipper führenden Geleise, welche an das grofse Geleisenetz des Ruhrorter Hafens angeschlossen sind, sind in dem Lageplan dargestellt. Die sämtlichen Geleise der Anlage münden auf eine stopfbare Drehscheibe von 5,5 m

Durchmesser. Auf diese Drehscheibe münden fünf Geleise, und zwar ein Zufahrtgeleis, ein Ablaufgeleis, zwei Mischgeleise und ein Stellgeleis, zur Bedienung der Kohlenlagerplätze. Das Zufahrtgeleis, welches für die Aufstellung von 20 Kohlenwagen Raum bietet, liegt behufs leichterer Bewegung der Wagen im Gefälle 1 : 400 nach der Drehscheibe zu und dient zur Aufstellung der zu kippenden Wagen. Das Ablaufgeleis, welches in einem Gefälle von 1 : 400 von der Drehscheibe ab angelegt ist, dient zum Aufstellen und Sammeln der gekippten Wagen. Die beiden kurzen Mischgeleise, welche in wagerechter Lage auf die Drehscheibe münden, dienen dazu, den Kohlenwagen, welche eine falsche Stellung im Zuge erhalten haben, so lange als Aufstellungsgeleise zu dienen, bis dieselben zum Kippen an der Reihe sind. Das Stellgeleis zur Bedienung der Kohlenlagerplätze dient im wesentlichen zur Aufstellung von Kohlenwagen, deren Inhalt für die Lagerplätze bestimmt ist. Für eintretenden stärkeren Kipperbetrieb indessen werden auch auf diesem Geleis für den Kipper bestimmte Wagen aufgestellt. Es sei noch erwähnt, dafs die örtlichen Verhältnisse eine sehr wünschenswerthe gröfsere Ausdehnung der Betriebsgeleise für den Kipper leider nicht zuliefsen.

Die Waage.

Behufs Nachwiegen der angelieferten Kohlen ist zwischen der Drehscheibe und dem Kipper eine Laufgewichtsbrückenwaage für Eisenbahnwagen eingelegt worden. Die Laufgewichtsbrückenwaage steht mit einer nach dem Patent Schenk in Darmstadt hergestellten Vorrichtung in Verbindung, welche das Wiegeergebnifs selbstthätig auf eine Karte druckt. Die Vorrichtung ist in einem neben der Brückenwaage befindlichen Wiegehaus aus Trägerwellblech untergebracht. Das Wiegehaus dient auch zugleich als Schreibstube und Aufenthaltsort für den Kippmeister. Die Waage mit Zubehör lieferte die Maschinenfabrik von Schenk in Darmstadt.

Ausführung und Baukosten.

Die Aufstellung des Entwurfes für die ganze Anlage, sowie die Ausführung des Baues geschah durch den Unterzeichneten unter Oberleitung des jetzigen Regierungs- und Bauraths Haupt in Stettin, welchem zur Zeit als Wasser-Bauinspector die Verwaltung der Ruhrorter Hafenanlagen oblag.

Die Baukosten vertheilen sich nach Ausweis der Baurechnungen auf die einzelnen Arbeiten wie folgt:

A. Der Kipper.

1.	Baggerarbeiten		714,21 ℳ,
2.	Herstellung der Pfahlwand	Material	3104,61 ℳ,
		Arbeitslohn	1306,67 ℳ,
3.	Maurerarbeiten	Material	8395,90 ℳ,
		Arbeitslohn	2411,72 ℳ,
4.	Die Kippvorrichtung		18 500,00 ℳ,
5.	Schmiede- und Schlosserarbeiten		235,53 ℳ,
6.	Gasbeleuchtung		1452,26 ℳ,
7.	Für Bauleitung		2948,03 ℳ,
8.	Insgemein		3438,94 ℳ,
		zusammen	42 507,87 ℳ

B. Die Waage mit dem Wiegehaus.

9.	Die Waage	2325,00 ℳ,
10.	Das Wiegehaus mit Dienstgeräth	788,83 ℳ,
11.	Insgemein	52,15 ℳ,
	zusammen	3165,98 ℳ

Die Kosten für Herstellung der Geleisanlage mit der Drehscheibe, der Wegeüberführung einschliefslich Herstellung der Futtermauern und Anschüttung des Erdkörpers für die Geleise betrugen 25 973,05 ℳ. Die Herstellungskosten der gesamten Kipperanlage belaufen sich hiernach auf 71 647,18 ℳ.

Betrieb und Leistung des Kippers.

Der Kipper, Eigenthum der Ruhrorter Hafenverwaltung, ist einer gröfseren Kohlenfirma zum Betriebe verpachtet worden. Die Eisenbahnverwaltung stellt täglich dreimal zu bestimmten Zeiten die zu kippenden Wagen auf die zum Kipper gehörenden Stellgeleise und holt dieselben nach erfolgter Entleerung wieder ab. Von den Stellgeleisen werden die zu kippenden Wagen von Arbeitern dem Kipper zugeführt, gekippt und auf dem Ablaufgeleis zum Ablaufen gebracht. Der Betrieb des Kippers erfordert aufser dem Kippmeister, welcher zugleich Magazinverwalter der zum Kipper gehörenden Kohlenlagerplätze ist, durchweg fünf Arbeiter, welchen das Heranfahren, Kippen und Abfahren der Wagen gegen ein Stücklohn von 40 Pfennigen für die Doppelladung von 200 Ctr. übertragen ist. Als stärkste Leistung sind bei regelmäfsigem Betrieb von 5 Uhr morgens bis $8^1/_2$ Uhr abends 97 Eisenbahnwagen von je 200 Ctr. Ladung gekippt worden.

Ruhrort, im April 1888. A. Franke.

Berichtigung.

In dem Aufsatz über Ablaufgeleise (Seite 395 bis 408 dieses Jahrgangs) sollte Seite 405 Zeile 28 von unten anstatt „die trigonometrische Tangente" gesagt sein: „den Sinus des Neigungswinkels", obgleich allerdings für die betreffenden geringen Neigungen beide Werthe gleichbedeutend sind.

In der Tabelle A, Seite 399 bis 402, mufs es in der Ueberschrift anstatt „Laufzeiten" heifsen: „Laufweiten" und ferner ist in den Quer-Spalten 42 und 48 anstatt 1,35 zu lesen: 1,135, wie in Spalte 36 richtig angegeben ist. A. S.

Halle a. S., Buchdruckerei des Waisenhauses.

Statistische Nachweisungen

über Gemeindebauten im Regierungs-Bezirk Cöln aus den Jahren 1872 bis 1885.

Mit Genehmigung des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten
für die Zeitschrift für Bauwesen aufgestellt von

Wiethoff,
Königl. Land-Bauinspector.

Die zur Aufstellung der vorliegenden Tabellen benutzten statistischen Angaben hatte s. Z. die Königliche Regierung in Cöln behufs eigener Veröffentlichung von den Landräthen und Bürgermeistern eingefordert, später jedoch wegen des erheblichen Kostenaufwandes, welchen eine besondere Herausgabe veranlafst haben würde, der Redaction der Zeitschrift für Bauwesen mit der Bitte überwiesen, dieselben in diesem Blatte ähnlich wie die Nachweisungen über die in den Jahren 1871 bis 1880 vollendeten preufsischen Staatsbauten zu veröffentlichen.

Obgleich nun statistische Mittheilungen über Gemeindebauten nur für diesen einen Regierungs-Bezirk vorliegen, die Tabellen also einen Vergleich mit solchen Bauten aus den verschiedenen Gebietstheilen des Staates nicht gewähren können, so erschien doch eine Zusammenstellung und Veröffentlichung des gebotenen Stoffes nützlich, da einerseits darin manche Gebäude behandelt werden, welche durch die Staatsverwaltung nicht zur Ausführung gelangen, andererseits aber die Tabellen Gelegenheit geben, die durch die Gemeinden ausgeführten Bauten mit den entsprechenden Staatsbauten zu vergleichen.

In dieser Weise erhält die bisher veröffentlichte Statistik über Staatsbauten eine wesentliche Ergänzung. Beispielsweise umfassen die vorliegenden Zusammenstellungen 158 Schulhäuser, 7 Lehrerwohnhäuser, 2 Turnhallen, 5 Kirchen, 2 Pfarrhäuser, 3 Amtsgerichtsgebäude, 4 Krankenhäuser und 3 kleine Gefängnisse, während die entsprechenden Gebäudegattungen in der Staats-Baustatistik für den Regierungs-Bezirk Cöln nur durch 1 Kirche, 1 Gymnasium, 2 Turnhallen und 1 (Lehr-) Krankenanstalt (Gynäkolog. Klinik) vertreten sind.

Die hier mitgetheilten Gemeindebauten sind nach ihrer Bestimmung folgendermafsen geordnet:

I. Schulbauten, und zwar:
- a) Schulhäuser ohne Lehrerwohnung, Nr. 1 bis 32, 156a, 157a und 158a;
- b) Schulhäuser mit Lehrerwohnung, Nr. 33 bis 155 und 158b (darunter ein Waisenhaus, Nr. 113, eine Realschule, Nr. 150, eine höhere Mädchenschule, Nr. 152, und eine höhere Bürgerschule, Nr. 157);
- c) Lehrerwohnhäuser, Nr. 156b, 157b, 158c und 159 bis 162;
- d) Turnhallen, Nr. 157c und 163.

II. Kirchen, Nr. 164 bis 168 (darunter eine Friedhofsanlage mit Capelle, Nr. 168).

III. Pfarrhäuser, Nr. 169 und 170.

IV. Geschäftshäuser, und zwar:
- a) Rathhäuser, Nr. 171 bis 174;
- b) Polizeicommissariat, Nr. 175;
- c) Verwaltungsgebäude, Nr. 176 und 177;
- d) Amtsgerichtsgebäude, Nr. 178 bis 180 (letzteres mit Gefängnifs).

V. Krankenhäuser, Nr. 181 bis 184.

VI. Gefängnisse, Nr. 185 bis 187.

VII. Gewerbliche Anlagen, und zwar:
- a) Gas- und Wasserwerke, Nr. 188 bis 191;
- b) Schlachthausanlagen, Nr. 192 und 193.

VIII. ein Leichenschauhaus.

IX. ein Bibliotheksgebäude.

Vergleichende Tabellen über die Kosten der einzelnen Bauausführungen, auf die Mafs- bezw. Nutzeinheit bezogen, sind allein für die Schulhausbauten aufgestellt worden, da nur diese Gebäudegattung durch die grofse Anzahl der Bauten und durch die Uebereinstimmung in Zweck und Anordnung sich für eine derartige vergleichende Zusammenstellung eignet. Für die Ordnung der Bauten in diesen Tabellen waren die Kreise bezw. die gröfseren Städte mit mehr als 10000 Einwohnern, sowie die Anzahl der Nutzeinheiten mafsgebend, und zwar ist bei letzteren nicht nur die Zahl der Schüler, sondern auch die der Klassenzimmer und Wohnungen in Betracht gezogen worden.

Zur Bezeichnung der einzelnen Räume der in Spalte 6 mitgetheilten Grundrisse und Beischriften dienen nachstehende Buchstaben:

b = Bureau,	*o* = Operationszimmer,
d = Durchfahrt,	*p* = Pissoir,
f = Flur,	*q* = Abtritt,
h = Hof, Lichthof,	*s* = Sitzungssaal,
k = Küche,	*t* = Theeküche,
kl = Klassenzimmer,	*w* = Wohnung,
kr = Krankensaal,	*z* = Zelle.
l = Lehrerzimmer,	

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10			11
Nummer	Bestimmung und Ort des Baues.	Kreis	Zeit der Ausführung		Name und Wohnort des entwerfenden, bezw. ausführenden Baumeisters	Grundriß nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche	Bezeichnung der Geschosse	Rauminhalt	Anzahl der			Kosten der ganzen Bauanlage
			von	bis			qm		cbm	Schüler	Klassen	Wohnungen	ℳ
													I. Schul
													a) Schulhäuser
1	Schulhaus in Krentzberg *Anbau*	Wipperfürth	78	78	Kreisbaumstr. Müller (*Deutz*)	I=E	88	{ E { I	690	180	2	—	[illegible]
2	Romaney	Mülheim a/Rh.	83	84	Freytag (*Mülheim a/Rh.*)	wie Nr. 1	96	{ K z. Th. { E { I	rund 840	160	2	—	[illegible]
3	Buchheim *Anbau*	„	76	76	„	desgl.	96	{ K { E { I	rund 1050	160	2	—	[illegible]
4	Buchheim	„	80	81	„	desgl.	103	„	rund 1100	160	2	—	[illegible]
5	Wiehl	Gummersbach	77	77	Architekt Jacobs	—	106	{ E { I	848	160	2	—	[illegible]
6	Kendenich	Cöln	73	74	Kreisbaumstr. Müller (*Deutz*)	wie Nr. 1	108	„	820	180	2	—	[illegible]
7	Gummersbach	Gummersbach	80	81	Schmitz	desgl.	115	„	995	160	2	—	[illegible]
8	Thurn *Anbau*	Mülheim a/Rh.	71	72	Freytag (*Mülheim a/Rh.*)	I=E	153	{ K z. Th. { E { I	1292	320	4	—	[illegible]
9	Oberkassel	Sieg	78	78	Court (*Siegburg*)	im wesentlichen wie Nr. 8	158	„	1422	324	4	—	[illegible]
10	Brück	Mülheim a/Rh.	73	74	Freytag (*Mülheim a/Rh.*)	I=E	167	„	1520	320	4	—	[illegible]
11	Berg. Gladbach *Anbau*	„	82	83	—	wie Nr. 8	170	{ E { I	1530	320	4	—	[illegible]
12	Endenich	Bonn	74	75	Dr. Schubert (*Bonn*)	I=E	173	{ K z. Th. { E { I	1718	320	4	1	[illegible]
13	Bickendorf	Cöln	83	83	Stadtbaumstr. Endelmann (*Ehrenfeld*)	wie Nr. 10	175	{ E { I	1575	320	4	—	[illegible]
14	Stommeln	„	75	76	Kreisbaumstr. Müller (*Deutz*)	desgl.	175	{ K { E { I	rund 1800	320	4	—	[illegible]
15	Grau-Rheindorf	Bonn	76	77	Stadtbaumstr. von Noël (*Bonn*)	I=1 kl.	182	{ K { E { I z. Th.	1900	240	3	—	[illegible]

12							13						14	15
Kosten							Baustoffe und Herstellungsart der						Angaben über die Heizungs- u. Lüftungsanlagen	Bemerkungen.
des Hauptgebäudes			für 1 Schüler		der Nebengebäude zusammen	der Nebenanlag. im ganzen	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Treppen		
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	der ganzen Anlage	des Schulhauses										
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
bauten. ohne Wohnungen.														
9980	113,4	15,1	55,4	55,4	—	—	Bruchst.	Ziegelfachwerk	Schieferbekleidung	Pfannen	Balkend.	—	eis. Windöfen	
11200	116,6	13,3	75,6	70,0	750	150	—	Ziegel	Rohbau	Pfannen mit Schiefereinfass.	„	Holz	eiserne Oefen, Luftabführung	Nebengebäude: Abtritt; Nebenanlagen: Einebnung.
12200	124,5	11,6	76,2	76,2	—	—	—	„	„ mit Verblend.- u. Formst.	„	K. gew., sonst Balkend.	„	—	
10000	97,1	9,1	62,5	62,5	—	—	—	„	—	„	„	„	—	
10000	94,8	11,8	62,5	62,5	—	—	Bruchst.	Bruchst.	Rohbau	holländ. Ziegel mit Schiefereinfass.	Balkend.	—	Füllöfen	
10850	100,5	13,2	76,9	60,9	2550	450	—	Ziegel	„	Pfannen	„	—	Windöfen, Luftabführung	Nebengebäude: Abtritt; Nebenanlagen: Hofmauer.
14300	124,1	14,4	89,4	89,4	—	—	Bruchst.	Bruchst.	Rohbau mit Verwendung von Sandstein	„	„	—	Absaugung der verdorb. Luft	
10330	67,5	8,0	32,3	32,3	—	—	Ziegel	Ziegel	Rohbau	Pfannen mit Schiefereinfass.	K. gew., sonst Balkend.	Holz	Mantelöfen, Luftabführung	1 Schulsaal ist vorläufig als Wohnung für einen unverheiratheten Lehrer eingerichtet.
16501	104,4	11,6	50,9	50,9	—	—	„	„	„	Falzziegel	„	—	—	
20500	122,7	13,5	71,9	64,1	2500	—	„	„	„	Pfannen mit Schiefer einfass.	„	Holz	eis. Mantelöfen, Luftabführung	Nebengebäude: Abtritt mit 10 Sitzen und Pissoir.
14200	83,5	9,3	44,4	44,4	—	—	Bruchst.	„	„ mit Verwendung von Sandstein	„	Balkend.	„	—	
21857	126,3	12,7	68,9	68,8	—	—	Ziegel	„	Rohbau	„	K. gew., sonst Balkend.	Basaltlava freitragend	eiserne Oefen, Luftabführung	Die Wohnung für die Lehrerin liegt im Dg.
16202	92,6	10,3	50,0	50,0	—	—	„	„	„	Zink	Flure gew., sonst Balkendecken	Haustein	Ofenheizung	
18000	102,9	10,0	60,3	56,3	3200	—	„	„	„	Pfannen mit Schieferstreifen	K. gew., sonst Balkend.	—	Windöfen, Luftabführung	Nebengebäude: 2 Abtritte.
22568	124,0	11,9	99,1	94,0	946	280	„	„	„	Schiefer	„	Holz	—	Nebengebäude: Abtritt mit Pissoir; Nebenanlagen: Gartenmauer.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10			11
Nummer	Bestimmung und Ort des Baues	Kreis	Zeit der Ausführung		Name und Wohnort des entwerfenden, bezw. ausführenden Baumeisters	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche	Bezeichnung der Geschosse	Raum-Inhalt	Anzahl der			Kosten der ganzen Bauanlage
			von	bis			qm		cbm	Schüler	Klassen	Wohnungen	ℳ
16	Schulhaus in der Humboldt-Colonie bei Deutz.	Cöln	75	76	Kreisbaumstr. Müller (*Deutz*)	wie Nr. 8	183	K, E, I	rund 2000	320	4	—	21830
17	Badorf	„	77	78	„	desgl.	185	„	rund 1950	320	4	—	18500
18	Meerheim	„	74	75	„	desgl.	185	K z. Th., E, I	rund 1750	320	4	—	22222
19	Sieglar	Sieg	73	73	Court (*Siegburg*)	E = 2 kl., 2 f. I = E	195	K, E, I	1790	400	4	—	23711
20	Hürth *Anbau*	Cöln	80	80	Müller (*Deutz*)	I = E	197	K z. Th., E, I	1740	360	4	—	14900
21	Mädchenschule in Nippes *2 Anbauten zusam.*	„	72	73	„	jeder Anbau wie Nr. 1.	204	E, I	1712	320	4	—	21839
22	Schulhaus in Bensberg	Mülheim a. Rh.	70	72	Freytag (*Mülheim a. Rh.*)	I = E	337	K, E, I	3835	640	8	1	36850
23	Evang. Stadtschule in Bonn	Bonn	74	75	Stadtbaumstr. von Noël (*Bonn*)	I = E	392	„	5867	640	8	—	109248
24	Schulhaus in Euskirchen	Euskirchen	84	85	Architekt Billger (*Euskirchen*)	I = E	567	K z. Th., E, I	6741	960	12	—	59400
25	Schulhaus in der Heerstrasse in Bonn	Bonn	78	84	—	I = E	727	—	10380	1280	16	—	116596
	a) Mittlerer Theil	—	78	79	Stadtbaumstr. von Noël (*Bonn*)		398	K, E, I	5759	640	8	—	70734
	b) 2 Anbauten	—	84	84	Lemke (*Bonn*)		329	„	4621	640	8	—	45862

12							13						14	15
Kosten							Baustoffe und Herstellungsart der						Angaben über die Heizungs- u. Lüftungs-anlagen	Bemerkungen.
des Hauptgebäudes			für 1 Schüler		der Neben-gebäude zusammen	der Neben-anlag. im ganzen	Grund-mauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Treppen		
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	der ganzen Anlage	des Schulhauses										
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
19800	106,2	9,9	68,2	61,9	2030		Ziegel	Ziegel	Rohbau	Pfannen mit Schiefer-streifen	K. gew., sonst Balkend.	Haustein	—	1 Schulsaal ist vorläufig als Lehrerwohnung eingerichtet; Nebengeb. und Nebenanl.: Hofgeb., Brunnen mit Pumpe.
18500	100,0	9,5	57,8	57,8	—	—	"	"	"	"	"	—	eis. Windöfen, Luftabführung	1 Schulsaal ist vorläufig als Lehrerwohnung eingerichtet.
19774	106,7	11,3	69,4	61,8	1280	1168	"	"	"	Pfannen	K. u. Flure gew., sonst Balkend.	Haustein	Ofenheizung, Luftabführung	Nebengebäude: Abtritt; Nebenanlagen: Hofanlage.
23711	121,6	13,3	59,3	59,3	—	—	"	"	"	Ziegel	K. gew., sonst Balkendecken	—	—	
14900	75,6	8,6	41,4	41,4	—	—	"	"	"	Pfannen	K. und E. gew., sonst Balkend.	—	Windöfen, Luftabführung	
18517	90,8	10,8	68,2	57,9	—	3322	"	"	—	"	Flure gew., sonst Balkendecken	Stein	Ofenheizung	Nebenanlagen: 722 ℳ Regensarg; 2600 ℳ Einfried.-Mauer, Hofanlage usw.
32850	97,5	8,5	57,6	51,3	4000	—	Bruchst.	K. Bruchstein, sonst Ziegel	Rohbau	Schiefer	K. gew., sonst Balkendecken	Holz	Mantelöfen, Luftabführung	Die Lehrerwohnung liegt im K. Nebengebäude: Abtritt mit 14 Sitzen und Pissoir.
102000	202,5	17,5	170,7	100,6	2987	3352	Ziegel	Ziegel	" mit Verblendst. und Sandstein	"	K. u. Flure gew., sonst Balkendecken	Basaltlava, freitragend	Luftheizung mit Luftabführung 5849 ℳ im ganzen, 281 ℳ f. 100 cbm beheizten Raumes	Nebengebäude: 2 Abtritte mit 12 Sitzen und Pissoir; Nebenanlagen: 3100 ℳ für die Einfriedigung (mit Gitter an der Straße), 252 ℳ f. Gartenanlagen.
51215	90,9	7,6	61,6	53,3	8215		"	"	Rohbau	"	K. u. Flure im E. gew., sonst Balkendecken	Haustein, freitragend	Heißwasserheizung	Nebengebäude u. Nebenanlagen: Abtritt, Einfriedigung u. Einebnung.
108442	—	—	91,1	84,7	2995	5159	"	"	" mit Form-, Kunst- u. Werksteinen	"	K. u. Flure gew., sonst Balkendecken	Basaltlava, freitragend	Luftheizung mit Luftabführung	Nebengebäude: 2 Abtritte mit 11 Sitzen und Pissoir; Nebenanlagen: 4025 ℳ für die Einfriedigung (mit Gitter nach der Straße), 1134 ℳ f. Einebnung.
62580	157,2	10,8	—	—	2995	5159	—	—	—	—	—	—	*4554 ℳ i. g. 217 ℳ f. 100 cbm beheizten Raumes.*	
45862	139,4	9,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*1780 ℳ i. g. 75,2 ℳ f. 100 cbm beheizten Raumes.*	

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10			11
Nummer	Bestimmung und Ort des Baues	Kreis	Zeit der Ausführung von	bis	Name und Wohnort des entwerfenden, bezw. ausführenden Baumeisters	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche qm	Bezeichnung der Geschosse	Raum-Inhalt cbm	Anzahl der Schüler	Klassen	Wohnungen	Kosten der ganzen Bauanlage ℳ
26	Schulhaus in Braunsfeld	Cöln	81	82	Reg.-Bauführer Schippers	E, I und II wie Nr. I	138	K z. Th., E, I, II	2100	240	3	—	25[illegible]
27	Humboldt-Colonie bei Deutz	"	83	83	Kreisbaumstr. Müller (*Deutz*)	E, I und II wie Nr. 20	193	K, E, I, II	rund 2900	480	6	—	24[illegible]
28	Mädchenschule in der Wipperfurther-Strafse in Kalk *I. Theil.*	"	80	81	"	desgleichen	203	"	2640	480	6	—	27[illegible]
29	Schulhaus in Godesberg	Bonn	73	74	Dr. Schubert (*Bonn*)	I=E II=2 kl.	205	K, E, I, II z. Th.	2410	480	6	—	37825
30	Schulhaus hinter dem Rathhause in Deutz	Cöln	82	83	Müller (*Deutz*)	im wesentlichen wie Nr. 31.	330	K, E, I, II	rund 4800	960	12	—	41570
31	Bezirksschule St. Maria im Capitol in Cöln Pfeilergründung	"	83	84	Stadtbaumstr. Weyer (*Cöln*)	I und II=E	406	"	7318	888	12	—	[illegible]
32	Bezirksschule Mauritius in Cöln	"	83	85	"	E, I und II wie Nr. 25 III (Mittelbau) = 4 kl.	731	K, E, I, II, III z. Th.	14063	2138	28	—	176153

12							13						14	15
Kosten							Baustoffe und Herstellungsart der						Angaben über die Heizungs- u. Lüftungs-anlagen	Bemerkungen.
des Hauptgebäudes					der Neben-gebäude zusammen	der Neben-anlag. im ganzen	Grund-mauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Treppen		
im ganzen	für		für 1 Schüler											
	1 qm	1 cbm	der ganzen Anlage	des Schulhauses										
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
20700	150,6	9,9	104,2	86,3	2500	1800	Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Verblendst. u. Sandstein	glasirte Pfannen mit Schiefereinfass.	K. u. Flure gew., sonst Balkendecken	Basaltlava, freitragend	—	Nebengeb.: Abtritt mit 5 Sitzen und Pissoir, nebst Spritzenhaus; Nebenanl.: Brunnen mit Pumpe und Einebnung.
24300	125,9	8,4	50,6	50,6	—	—	„	„	Rohbau	Pfannen	K., E. u. I gew., II Balkendecken	„	Windöfen, Luftabführung	2 Schulsäle sind vorläufig als Lehrerwohnungen eingerichtet.
21500	105,9	8,1	56,3	44,6	5500		„	„	„	„ mit Schieferstreifen	„	—	Luftabführung	Nebengebäude u. Nebenanlagen: Abtritt, Einfriedigung, Brunnen mit Pumpe.
30482	148,7	12,6	78,8	63,5	1842	5501	„	„	„	Schiefer	K. gew., sonst Balkendecken	Trachyt, freitragend	eis. Oefen, Luftabführung	Nebengebäude: Abtritt; Nebenanlagen: Regensarg, Entwässerung, Pflasterung, Einfriedigung.
39500	119,7	8,2	43,3	41,2	2070	—	„	„	„	Pfannen	K., E. u. I gew., sonst Balkendecken	—	Windöfen, Luftabführung	Nebengebäude: Abtritt.
80540 8660	198,4	11,0	103,7	90,7	2800	—	Pfeiler	„	„	Schiefer	K. u. Flur gew., sonst Balkendecken	Haustein	Luftheizung mit Luftabführung 4831 ℳ im ganzen, 167 ℳ für 100 cbm beheizten Raumes	12021 ℳ für die innere Einrichtung; Nebengebäude: 2 Abtritte mit 15 Sitzen und Pissoir.
157778	215,8	10,8	82,4	73,8	7972	10403	Ziegel	„	Rohbau mit Verwendung von Haustein	„	„	„	wie vor. 10574 ℳ im ganzen, 153 ℳ für 100 cbm beheizten Raumes	28818 ℳ für die innere Einrichtung; Nebengeb: Abtr. mit 39 Sitzen und Pissoir; Nebenanlagen: Einfried., Hofanlage, Entwässerung.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10			11
Nummer	Bestimmung und Ort des Baues	Kreis	Zeit der Ausführung von	bis	Name und Wohnort des entwerfenden, bezw. ausführenden Baumeisters	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche qm	Bezeichnung der Geschosse	Raum-Inhalt cbm	Anzahl der Schüler	Klassen	Wohnungen	Kosten der ganzen Bauanlage ℳ
													b) Schulhäuser
33	Schulhaus in Alzen	Waldbröl	76	76	Kreisbaumstr. Hunäus		146	K z. Th. / E	rund 700	100	1	1	11[illegible]
34	Ententhal	Mülheim a. Rh.	73	74	Freytag (*Mülheim a. Rh.*)	im wesentlichen wie Nr. 33	159	"	rund 700	80	1	1	1[illegible]
35	Oberbreidenbach	Gummersbach	78	79	Court (*Siegburg*)	wie Nr. 33	160	"	707	80	1	1	13[illegible]
36	Hardt	Wipperfürth	75	76	Müller (*Deutz*)	im wesentlichen wie Nr. 33	161	"	rund 700	90	1	1	10[illegible]
37	Kalkofen	"	75	76	Müller (*Deutz*)	desgl.	161	"	rund 700	90	1	1	12[illegible]
38	Ostheim	Mülheim a. Rh.	82	83	Freytag (*Mülheim a. Rh.*)		162	"	rund 850	80	1	1	11[illegible]
39	Kempershöhe	Wipperfürth	77	78	Müller (*Deutz*)	im wesentlichen wie Nr. 38	165	"	rund 900	90	1	1	13[illegible]
40	Berg. Gladbach	Mülheim a. Rh.	73	74	Freytag (*Mülheim a. Rh.*)	K z. Th. = w.	165	K / E	1270	80	1	1	2[illegible]
41	Niedersessmar	Gummersbach	76	76	Müller (*Deutz*)	wie Nr. 33	167	K z. Th. / E	rund 900	98	1	1	1[illegible]
42	Grunewald	"	73	75	Hunäus	—	169	"	rund 780	80	1	1	12[illegible]
43	Stromberg	Sieg	78	79	Court (*Siegburg*)	E im wesentlichen wie Nr. 40	170	"	rund 900	80	1	1	14[illegible]
44	Wies	Waldbröl	74	74	Hunäus	wie Nr. 33	171	"	rund 900	120	1	1	12[illegible]
45	Heide	"	74	74	"	desgl.	171	"	rund 100	85	1	1	1[illegible]
46	Kossenbach	"	74	74	"	desgl.	171	"	rund 900	80	1	1	11[illegible]

12							13						14	15
Kosten							Baustoffe und Herstellungsart der						Angaben über die Heizungs- u. Lüftungsanlagen	Bemerkungen.
des Hauptgebäudes			für 1 Schüler		der Nebengebäude zusammen	der Nebenanlag. im ganzen	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Treppen		
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	der ganzen Anlage	des Schulhauses										
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
mit Wohnungen														
11550	79,1	16,8	115,5	115,5	—	—	Bruchst.	Ziegelfachwerk	Schieferbekleid.	Pfannen	Balkend.	—	—	
11100	69,8	15,9	186,2	138,8	2100	1700	"	Lehmfachwerk	"	"	K. gew., sonst Balkend.	Holz	—	Nebengebäude: Stall und Abtritt; Nebenanlagen: 935 ℳ für Brunnen mit Pumpe, 765 ℳ für Einebnung und Pflasterung.
11500	71,9	16,3	163,8	143,8	1600	—	"	Bruchst., Zwischenwände, Fachwerk	Rohbau	Ziegel	"	"	—	Nebengebäude: wie vor.
9500	59,0	13,6	119,4	105,5	1250	—	"	Bruchst.	" mit Werkstein-Einfassungen	Pfannen mit Schieferstreifen	"	"	—	desgl.
10840	67,3	15,5	141,2	120,4	1870	—	"	"	"	"	"	"	—	desgl.
9550	59,0	11,2	144,4	119,4	2000	—	—	Ziegel, Innenw. z. Theil Fachwerk	Rohbau	"	"	"	eis. Mantelöfen; Luftabführung	Nebengeb.: Spritzenhaus, Stall und Abtritt.
11120	67,4	13,9	153,0	123,6	1200	1450	Bruchst.	Ziegelfachwerk	Schieferbekleid.	Pfannen	Balkend.	"	eis. Windöfen	Nebengeb.: Stall und Abtritt. Nebenanl.: 950 ℳ Brunnen mit Pumpe. 500 ℳ Pflasterung.
18650	113,0	14,7	268,9	233,1	2850		"	K. Bruchstein, E. Ziegel	Rohbau	" mit Schiefereinfass.	K. z. Th. gewölbt, sonst Balkend.	"	eis. Mantelöfen	Nebengebäude: wie vor.; Nebenanlagen: Einfriedigung.
12000	71,9	13,5	122,4	122,4	—	—	"	Bruchst., Innenw. Ziegelfachwerk	" Thür und Fenstergewände Haustein	Pfannen	K. gew., sonst Balkend.	"	Luftabführung	
12200	72,2	15,6	152,5	152,5	—	—	"	Bruchst.	Rohbau	" mit Schiefereinfass.	"	"	—	
14522	85,4	16,1	181,5	181,5	—	—	"	K. Bruchst. E. Ziegel	—	Falzziegel	"	"	—	
12000	70,2	13,3	100,0	100,0	—	—	"	Bruchst.	—	Schiefer	"	"	—	
12000	70,2	13,3	141,2	141,2	—	—	"	"	—	"	"	"	—	
11700	68,4	13,0	146,3	146,3	—	—	"	"	—	Ziegel	"	"	—	

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10			11
Nummer	Bestimmung und Ort des Baues	Kreis	Zeit der Ausführung		Name und Wohnort des entwerfenden, bezw. ausführenden Baumeisters	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche	Bezeichnung der Geschosse	Raum-Inhalt	Anzahl der			Kosten der ganzen Bauanlage
			von	bis			qm		cbm	Schüler	Klassen	Wohnungen	ℳ
47	Schulhaus in Küdinghoven	Bonn	83	83	Kreis-Baumstr. Dr. Schubert (*Bonn*)		171	{K z. Th. E	rund 1000	90	1	1	11500
48	Mehlem	"	77	78	"	wie Nr. 47	171	"	931	80	1	1	12889
49	Oberellingen	Waldbröl	75	75	Hunäus	wie Nr. 33	172	"	rund 880	96	1	1	12989
50	Berrenrath	Cöln	76	76	Müller (*Deutz*)	wie Nr. 47	172	"	rund 1000	90	1	1	13145
51	Irlenborn	Sieg	77	77	Court (*Siegburg*)	E im wesentlichen wie Nr. 40	175	"	rund 1000	95	1	1	13861
52	Hahnenseifen	Waldbröl	72	73	Hunäus	wie Nr. 38	179	"	rund 1000	100	1	1	12890
53	Odenspiel	"	73	74	"	desgl.	179	"	rund 1000	100	1	1	12344
54	Bergerhof	"	79	79	"	desgl.	179	"	rund 1000	100	1	1	12453
55	Dreisel	Sieg	78	79	Court (*Siegburg*)	wie Nr. 33	180	"	rund 1050	80	1	1	13784
56	Lipp	Bergheim	74	75	Müller (*Deutz*)	desgl.	184	"	rund 1150	90	1	1	14140
57	Hesselbach	Gummersbach	80	81	Schmitz	E im wesentlichen wie Nr. 40	185	"	rund 950	100	1	1	11800
58	Hummerzheim	Rheinbach	84	85	Architekt Bülger (*Euskirchen*)	wie Nr. 47	189	"	900	60	1	1	11225
59	Sinnersdorf	Cöln	81	81	Kreis-Baumstr. Müller (*Deutz*)	wie Nr. 38	190	{K E	rund 1150	80	1	1	11100
60	Wiese	Mülheim a/Rh.	73	74	Freytag (*Mülheim a. Rh.*)		194	{K z. Th. E	rund 1100	80	1	1	15400
61	Mahlberg	Rheinbach	80	81	Dr. Schubert (*Bonn*)	wie Nr. 47	199	"	rund 1100	90	1	1	12644
62	Torringen	Mülheim a/Rh.	71	72	Freytag (*Mülheim a. Rh.*)	im wesentlichen wie Nr. 60	205	"	rund 1150	80	1	1	12000

12							13						14	15
Kosten							Baustoffe und Herstellungsart der						Angaben über die Heizungs- u. Lüftungsanlagen	Bemerkungen.
des Hauptgebäudes			für 1 Schüler		der Nebengebäude zusammen	der Nebenanlag. im ganzen	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Treppen		
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	der ganzen Anlage	des Schulhauses										
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
11500	67,2	11,5	127,8	127,8	—	—	—	Ziegel	Rohbau	Ziegel mit Schiefereinfass.	K. gew., sonst Balkend.	Haustein	—	
12889	75,4	13,8	161,1	161,1	—	—	—	"	"	Pfannen mit Schiefereinfass.	"	"	eis. Oefen, Luftabführung	
12989	75,5	14,8	135,3	135.3	—	—	Bruchst.	Bruchst.	"	Pfannen	"	—	—	
12575	73,1	12,6	146.1	139,7	570	—	—	Ziegel	"	"	"	—	eis. Windöfen, Luftabführung	Nebengebäude: Abtritt.
13861	79,2	13,9	145,9	145,9	—	—	Bruchst.	Bruchst.	"	Falzziegel	"	—	—	
12830	71,7	12,8	128,3	128,3	—	—	"	"	"	Schiefer	"	—	—	
12344	68,9	12,3	123,4	123,4	—	—	"	"	"	"	"	—	—	
12453	69,6	12,5	124,5	124,5	—	—	"	"	"	"	"	—	—	
11538	64,1	11,0	172,3	144,2	1681	565	"	"	"	Ziegel	"	—	—	Nebengeb.: Stall und Abtritt; Nebenanl.: Brunnen m. Pumpe.
11740	63,8	10,2	157,1	130,4	2400	—	—	Ziegel	"	Pfannen mit Schieferstreifen	"	—	Luftzu- und Abführung	Ausgebautes Dg. Nebengebäude: Stall, Spritzenhaus u. Abtritt.
11800	63,9	12,4	118,0	118,0	—	—	Bruchst.	Bruchst., Innenw. Ziegelfachwerk	" Thür und Fenstergewände Haustein	Pfannen	"	—	Luftabsaugung	
9173	48,5	9,6	187,1	152,9	2052	—	"	Bruchst.	Rohbau	glasirte Dachzieg. mit Schiefereinfass.	"	—	—	Nebengeb.: Stall und Abtritt.
11100	58,4	9,7	138,8	138,8	—	—	—	Ziegel	"	Pfannen mit Schieferstreifen	"	—	eis. Windöfen, Luftabführung	
12900	66,5	11,7	192,5	161,2	2150	350	Bruchst.	K. Bruchstein, sonst Ziegel	"	"	"	Holz	eis. Mantelöfen, Luftabführung	Nebengeb.: Stall und Abtritt mit 6 Sitzen; Nebenanlagen: 150 ℳ für den Brunnen, 200 ℳ für Einebnung.
10644	53,5	9,7	140,5	118,3	2000	—	"	Bruchst., Innenw. Fachwerk	"	Schiefer	"	"	eis. Oefen, Luftabführung	Nebengebäude: wie vor.
11300	55,1	9,8	161,2	141,2	1260	340	—	Ziegel	" mit Verwendung von Sandstein	Pfannen mit Schiefereinfass.	"	"	eis. Mantelöfen, Luftabführung	Nebengebäude: wie vor. Nebenanlagen: Brunnen, Einebnung und Pflaster.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10			11
Nummer	Bestimmung und Ort des Baues	Kreis	Zeit der Ausführung		Name und Wohnort des entwerfenden, bezw. ausführenden Baumeisters	Grundriß nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche	Bezeichnung der Geschosse	Raum-Inhalt	Anzahl der			Kosten der ganzen Bauanlage
			von	bis			qm		cbm	Schüler	Klassen	Wohnungen	ℳ
63	Schulhaus in Unter-Eschbach	Mülheim a/Rh.	81	82	Kreisbaumstr. Freytag (*Mülheim a/Rh.*)	I = w	106	K, E, 1	rund 1140	80	1	1	15000
64	Mädchenschule in Enson	"	73	74	"	E wie Nr. 1, I = w	107	K z. Th., E, 1	rund 920	80	1	1	11100
65	Schulhaus in Langel	"	75	75	"	desgl.	106	K, E, 1	rund 1150	80	1	1	14500
66	Odenthal	"	76	77	"	desgl.	108	"	rund 1150	80	1	1	14700
67	Dieringhausen	Gummersbach	81	82	Reg.-Baumstr. Heuser	desgl.	114	"	rund 1200	100	1	1	12466
68	Geyen	Cöln	79	80	Kreisbaumstr. Müller (*Deutz*)	E und I im wesentlichen wie Nr. 38	123	K z. Th., E, I	rund 1240	140	2	2	12870
69	Eschmar	Sieg	75	75	Court (*Siegburg*)	E und I = 2 kl., 1 w	135	"	1233	180	2	1	12537
70	Knabenschule in Nippes *Anbau*	Cöln	72	73	Müller (*Deutz*)	E und I wie Nr. 40	144	"	rund 1280	160	2	2	22483
71	Schulhaus in Hersel	Bonn	73	74	Dr. Schubert (*Bonn*)	E im wesentlichen wie Nr. 47, I enthält noch Wohnräume	145	K z. Th., E, 1 z. Th.	1126	80	1	1	18183
72	Oberbachem	"	74	75	"	desgl.	149	"	1147	80	1	1	17125
73	Berkum	"	84	84	"	desgl.	157	"	rund 1200	90	1	1	11375
74	Honverath	Rheinbach	79	80	"	E und 1 im wesentlichen wie Nr. 40	159	K z. Th., E, 1	rund 1480	160	2	2	13300
75	Ippendorf	Bonn	82	82	"	wie Nr. 71	163	K z. Th., E, 1 z. Th.	rund 1250	90	1	1	11262
76	Vilkerath	Mülheim a/Rh.	80	81	Freytag (*Mülheim a/Rh.*)	E wie Nr. 38, 1 = kl., Dg. = w	164	"	rund 1200	160	2	2	16000

12							13						14	15
Kosten							Baustoffe und Herstellungsart der						Angaben über die Heizungs- u. Lüftungs-anlagen	Bemerkungen.
des Hauptgebäudes			für 1 Schüler		der Neben-ge-bäude zusam-men	der Neben-anlag. im ganzen	Grund-mauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Treppen		
im gan-zen	für 1 qm	für 1 cbm	der ganzen Anlage	des Schul-hauses										
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
10975	103,5	9,6	187,5	137,2	1935	2090	Bruchst.	Ziegel	Rohbau	Pfannen mit Schiefer-einfass.	Keller gewölbt, sonst Balken-decken	Holz	eiserne Oefen, Luft-abführung	Nebengebäude: Stall und Abtritt mit 4 Sitzen und Pissoir; Nebenanlagen: 330 ℳ für den Brunnen mit Pumpe, 480 ℳ für die Einfriedigung, 1280 ℳ für Einebnung.
11100	103,7	12,1	138,7	138,7	—	—	Ziegel	"	"	"	"	"	eiserne Mantelöfen	Wohnung für 1 Lehrerin.
11600	107,4	10,1	181,2	145,0	2200	700	"	"	"	Pfannen	"	"	" Luft-abführung	Nebengebäude: Stall, Abtritt mit 4 Sitzen und Pissoir. Nebenanl.: Brunnen mit Pumpe.
12000	111,1	10,4	183,6	150,0	2700	—	Bruchst.	K. Bruch-stein, sonst Ziegel	"	Schiefer	"	"	"	Nebengebäude: wie vor.
12466	109,4	10,4	124,7	124,7	—	—	"	Bruchst., Innw. Ziegel	"	Falzziegel	"	—	—	
12850	104,5	10,4	91,8	91,8	—	—	—	Ziegel	"	Pfannen	"	—	Ofenheizung, Luft-abführung	
12537	92,9	10,2	69,6	69,6	—	—	—	"	"	Ziegel	"	—	—	
16816	116,8	13,1	140,5	105,1	2669	2096	—	"	"	Pfannen	"	Stein	Ofenheizung	Nebengebäude: Abtritt; Nebenanlagen: Einfriedigung, Hofanlage u. s. w.
15054	103,8	13,4	227,8	188,2	2124	1005	—	"	"	Pfannen mit Schiefer-einfass.	"	—	eiserne Oefen, Luft-abführung	Nebengebäude: Stall u. Abtritt mit 4 Sitzen; Nebenanlagen: Einfriedigung, und Pflaster.
15010	100,8	13,1	214,1	187,6	2115	—	—	"	"	"	"	—	"	Nebengebäude: wie vor.
11375	72,5	9,5	126,4	126,4	—	—	—	"	"	Ziegel mit Schiefer-einfass.	"	Werkstein	—	
13300	83,7	9,0	83,1	83,1	—	—	Bruchst.	Bruchst.	"	Schiefer	"	"	eiserne Oefen, Luft-abführung	Dg z. Th. ausgebaut.
10132	62,2	8,1	124,5	112,6	1070	—	—	Ziegel	"	Pfannen mit Schiefer-einfass.	"	Holz	"	Nebengebäude: Stall u. Abtritt.
13800	84,1	11,5	103,7	86,3	1700	1100	Bruchst.	K. Bruch-stein, sonst Ziegel	"	"	"	"	"	Im E Wohnung f. 1 verh. Lehrer, in Dg Wohnung für 1 unverheiratheten Lehrer. Nebengebäude: Stall und Abtritt; Nebenanlagen: 400 ℳ für den Brunnen mit Pumpe, 700 ℳ für Einfriedigung und Einebnung.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10			11
Nummer	Bestimmung und Ort des Baues	Kreis	Zeit der Ausführung		Name und Wohnort des entwerfenden, bezw. ausführenden Baumeisters	Grundriß nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche	Bezeichnung der Geschosse	Rauminhalt	Anzahl der			Kosten der ganzen Bauanlage
			von	bis			qm		cbm	Schüler	Klassen	Wohnungen	ℳ
77	Schulhaus in Plittersdorf	Bonn	76	77	Kreisbaumstr. Dr. Schubert *(Bonn)*	E und I wie Nr. 38	164	K z. Th. E I	1400	160	2	2	18133
78	Hunsheim	Waldbröl	74	76	Hunsius	E und I wie Nr. 13	167	K E I	rund 1550	200	2	2	20255
79	Heumar	Mülheim a. Rh.	79	80	Freytag *(Mülheim a. Rh.)*	E und I wie Nr. 76	165	K z. Th. E I z. Th.	rund 1200	160	2	1	12500
80	Eudenbach	Sieg	75	77	Court *(Siegburg)*	E und I wie Nr. 40	168	K z. Th. E I	1431	164	2	2	17645
81	Caldauen		77	78	..	desgl.	169	..	1428	170	2	2	16416
82	Sang	Wipperfürth	72	73	Müller *(Deutz)*	desgl.	169	..	1520	180	2	2	13630
83	Linde		76	77	..	desgl.	169	..	1520	180	2	2	15475
84	Niehl	Cöln	78	79	Kuhn *(Nippes)*	desgl.	170	..	rund 1600	160	2	2	20144
85	Faulmert	Gummersbach	79	80	Court *(Siegburg)*	E und I wie Nr. 38	17[illegible]	..	1434	160	2	2	21387
86	Warth	Sieg	79	80		E und I wie Nr. 40	178	..	rund 1720	198	2	2	17826
87	Westerhausen		77	78	..	desgl.	178	..	rund 1720	198	2	2	21761
88	Niederpleis	..	75	75	..	desgl.	179	..	1615	196	2	2	16124
89	Dransdorf	Bonn	76	77	Stadtbaumstr. v. Noël *(Bonn)*	E im wesentlichen wie Nr. 20 I = w	180	K E I	1606	160	2	1	25049
90	Sand	Mülheim a/Rh.	75	76	Kreisbaumstr. Freytag *(Mülheim a/Rh.)*	E und I im wesentlichen wie Nr. 10	180	K z. Th. E I	rund 1720	160	2	2	25900
91	Kierdorf	Euskirchen	76	77	Krausche *(Düren)*	—	181	K E I	rund 1800	160	2	2	16150
92	Heppendorf	Bergheim	74	74	Müller *(Deutz)*	E und I im wesentlichen wie Nr. 47	181	K z. Th. E I	1630	180	2	2	18500

12							13						14	15
Kosten							Baustoffe und Herstellungsart der						Angaben über die Heizungs- u. Lüftungsanlagen	Bemerkungen.
des Hauptgebäudes			für 1 Schüler		der Nebengebäude zusammen	der Nebenanlag. im ganzen	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Treppen		
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	der ganzen Anlage	des Schulhauses										
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
16375	99,8	11,7	113,3	102,3	1758	—	—	Ziegel	Rohbau	Pfannen m. Schiefereinfass.	K. gew., sonst Balkend.	Haustein	eiserne Oefen, Luftabführung	Nebengebäude: Stall und Abtritt mit 6 Sitzen und Pissoir.
20255	121,3	13,1	101,3	101,3	—	—	Bruchst.	Bruchst.	Putzbau	Ziegel mit Schiefereinfass.	„	—	„	
11000	65,5	9,2	78,1	68,6	1500	—	Ziegel	Ziegel	Rohbau	Pfannen mit Schiefereinfass.	„	Holz	„	Nebengebäude: Stall und Abtritt.
17645	105,0	12,3	107,6	107,6	—	—	„	„	„	Ziegel	„	—	—	
16410	97,1	11,5	96,5	96,5	—	—	Bruchst.	„	„	Falzziegel	„	—	—	
13630	80,7	9,0	75,7	75,7	—	—	„	Bruchst. mit Werkst.-einfass.	„	Pfannen mit Schiefereinfass.	„	—	—	
15470	91,5	10,2	86,0	86,0	—	—	„	„	„	„	„	—	—	
16683	98,1	10,4	125,9	104,3	3461		Ziegel	Ziegel	„ mit Formst. u. Sandst.	Pfannen	„	—	Ofenheiz., Luftabführung	234 ℳ Brunnen mit Pumpe, 150 „ Einebnung u. Pflasterung.
19835	116,7	13,8	133,7	124,0	953	590	Bruchst.	K u. E Bruchst., sonst Ziegel	Rohbau	Falzziegel	„	—	—	1314 ℳ f. d. innere Einrichtung. Nebengebäude: Abtritt; Nebenanlagen: 300 ℳ f. d. Brunnen, 179 „ f. d. Pumpe, 120 „ f. Einebnung.
15826	88,9	9,2	80,0	80,0	—	—	„	Ziegel	„	„	„	—	—	
21761	122,8	12,7	109,9	100,9	—	—	„	„	„	„	„	—	—	Ein Schulsaal ist vorläufig als Lehrerwohnung eingerichtet. Nebengebäude u. Nebenanlage: 5577 ℳ f. Einfriedigung, Abtritte mit Pissoir u. Regensarg, 824 „ f. Brunnen, Senk- u. Klärsarg, 389 „ f. Brunnen- u. Regenpumpe.
16124	90,1	10,0	82,3	82,3	—	—	—	„	„	„	„	—	—	
18259	101,4	11,0	156,6	114,1	6790		—	„	„ Gesimse u. Fensterbänke Sandst.	deutsch. Schiefer	„	Holz	—	
20300	112,8	11,8	161,9	126,9	4300	1300	Bruchst.	K Bruchst. sonst Ziegel	Rohbau	Pfannen mit Schiefereinfass.	„	„	Mantelöfen; Luftabführung	Nebengebäude: Stall u. Abtritt mit 8 Sitzen. Nebenanlagen: Brunnen.
14175	78,3	7,9	100,9	88,6	1975	—	Ziegel	Ziegel	„	glasirte Ziegel mit Schiefereinfass.	„	—	eis. Oefen	Nebengebäude: Stall u. Abtritt.
14800	81,8	9,1	102,8	82,2	3700	—	„	„	„	Pfannen mit Schieferstreifen	„	—	Luftzu- u. -abführung	Nebengebäude: wie vor.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10			11
Nummer	Bestimmung und Ort des Baues.	Kreis	Zeit der Ausführung		Name und Wohnort des entwerfenden, bezw. ausführenden Baumeisters	Grundriß nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche	Bezeichnung der Geschosse	Raum-Inhalt	Anzahl der			Kosten der ganzen Bauanlage
			von	bis			qm		cbm	Schüler	Klassen	Wohnungen	ℳ
93	Schulhaus in Horrem	Bergheim	76	77	Kreisbaumstr. Müller (*Deutz*)	E u. I im wesentlichen wie Nr. 47	181	K z. Th. E I	1630	180	2	2	17300
94	Thurr	"	75	76	"	desgl.	181	"	1630	180	2	2	17970
95	Flammersheim	Rheinbach	77	78	Dr. Schubert (*Bonn*)	desgl.	182	"	rund 1750	160	2	2	17364
96	Morsbach	Waldbröl	83	84	Baurath Eschweiler	I = 2 Kl.	184	K z. Th. E I z. Th.	rund 1340	320	4	1	19730
97	Niederaufsem	Bergheim	81	82	Kreisbaumstr. Müller (*Deutz*)	E und I wie Nr. 38	184	K z. Th. E I	1660	180	2	2	16300
98	Berrendorf	"	78	79	"	desgl.	184	"	1660	180	2	2	17940
99	Glesch	"	77	78	"	desgl.	184	"	1660	180	2	2	19100
100	Esch	Cöln	82	83	"	desgl.	184	"	1660	180	2	2	15800
101	Elsdorf	Bergheim	81	82	"	desgl.	184	"	1660	180	2	2	20600
102	Bocklemund	Cöln	74	74	"	desgl.	191	K E I	1760	164	2	2	21982
103	Godorf	"	75	76	"	E und I im wesentlichen wie Nr. 47	193	K z. Th. E I	1700	160	2	2	20960
104	Sinthern	"	76	77	"	desgl. wie Nr. 38	198	"	rund 1800	170	2	2	22340
105	Flittard	Mülheim a. Rh.	74	75	Freytag (*Mülheim a. Rh.*)	desgl. wie Nr. 60	199	"	rund 1820	160	2	2	21400
106	Alzenbach	Sieg	77	77	Court (*Siegburg*)	desgl. wie Nr. 38	201	"	rund 1850	188	2	2	19127
107	Liblar	Euskirchen	77	78	Kriesche (*Düren*)	—	204	"	rund 1800	160	2	2	16200

12							13						14	15
Kosten							Baustoffe und Herstellungsart der						Angaben über die Heizungs- u. Lüftungsanlagen	Bemerkungen.
des Hauptgebäudes			für 1 Schüler		der Nebengebäude zusammen	der Nebenanlag. im ganzen	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Treppen		
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	der ganzen Anlage	des Schulhauses										
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
14900	82,8	9,2	96,1	82,9	2400		Ziegel	Ziegel	Rohbau	Pfannen mit Schieferstreifen	K. gew., sonst Balkend.	—	Luftzu- und abführung	Nebengebäude u. Nebenanlagen: Stall, Abtritt u. Brunnen mit Pumpe.
15830	87,5	9,7	99,6	88,0	2140	—	„	„	„	„	„	—	„	Nebengebäude: Stall und Abtritt.
17364	95,4	9,9	108,5	108,5	—	—	—	„	„ Gesimse und Fensterbänke Sandstein	„	„	Trachyt freitragend	eiserne Oefen, Luftabführung	
18060	98,2	13,5	61,7	56,4	1670	—	Bruchst.	Ziegelfachwerk	Schieferbekleid.	Schiefer	„	—	—	Im Dg 3 Stuben. Nebengeb.: Abtritt mit 12 Sitzen und Pissoir.
14700	80,0	8,9	90,6	81,7	1600	—	Ziegel	Ziegel	Rohbau	„	Keller u. Schulsaal im E gew., sonst Balkend.	—	Luftzu- und abführung	
15540	84,5	9,4	99,7	86,3	2400		„	„	„	Pfannen mit Schieferstreifen	K. gew., sonst Balkendecken	—	„	Nebengebäude u. Nebenanlagen: Stall, Abtritt und Brunnen mit Pumpe.
15600	84,8	9,4	106,1	86,7	3500	—	„	„	„	„	„	—	„	Nebengebäude: Stall, Abtritt u. Spritzenhaus.
15800	85,9	9,5	87,8	87,8	—	—	—	„	—	—	K., Flur u. Schulsaal im E gew., sonst Balkend.	—	—	
17300	94,0	10,4	115,6	96,1	3500		Ziegel	„	Rohbau	Pfannen mit Schieferstreifen	„	—	Luftzu- und abführung	Nebengebäude u. Nebenanlagen: Stall, Abtritt u. Einfriedigung.
21982	115,1	12,5	134,0	134,0	—	—	„	„	„	Falzziegel	K. gew., sonst Balkendecken	Haustein	eiserne Oefen	
18000	93,3	10,6	131,0	112,5	2960		„	„	„	Pfannen mit Schieferstreifen	„	—	Luftabführung	Nebengebäude u. Nebenanlagen: 2 Hofgebäude, Brunnen mit Pumpe.
20440	103,2	11,4	127,4	120,2	2500		„	„	„	Pfannen	„	—	Ofenheizung, Luftabführung	Nebengebäude u. Nebenanlagen: 1 Hofgebäude, Brunnen mit Pumpe.
21400	107,5	11,8	133,7	133,7	—	—	„	„	„	„ mit Schieferstreifen	„	Holz	eiserne Mantelöfen, Luftabführung	
19127	95,2	10,8	101,7	101,7	—	—	Bruchst.	K. Bruchstein, sonst Ziegel	„	Falzziegel	„	—	—	
16200	79,4	9,0	101,3	101,3	—	—	Ziegel	Ziegel	„	glasirte Falzziegel	„	—	eiserne Oefen	

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10			11
Nummer	Bestimmung und Ort des Baues.	Kreis	Zeit der Ausführung		Name und Wohnort des entwerfenden, bezw. ausführenden Baumeisters	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche	Bezeichnung der Geschosse	Raum-Inhalt	Anzahl der			Kosten der ganzen Bauanlage
			von	bis			qm		cbm	Schüler	Klassen	Wohnungen	ℳ
108	Schulhaus in Caster	Bergheim	73	74	Kreisbaumstr. Müller (*Deutz*)	I=E	204	K z. Th., E, I	1836	180	2	2	21650
109	Refrath	Mülheim a/Rh.	72	73	Freytag (*Mülheim a/Rh.*)	I=E	239	„	1973	320	4	2	18400
110	Longerich	Cöln	67	75	Müller (*Deutz*)	I=E	245	„	2014	320	4	2	27258
111	Wichheim	Mülheim a/Rh.	83	84	Freytag (*Mülheim a/Rh.*)	E wie Nr. 96 I=E	249	„	rund 2150	320	4	2	25800
112	Weilerswist	Euskirchen	77	78	Kriesche (*Düren*)	I=2 kl. w	253	„	2008	210	3	3	25030
113	Waisenhaus in Euskirchen	Euskirchen	80	81	Architekt Lange (*Cöln*)		255	—	2836	60	—	1	34430
	a) Hauptgebäude					1=Spiel- u. Trockenraum, 2=Zimmer f. Knaben, 3=desgl. für Mädchen, 4=Sprechzimmer, 5=Zimmer d. Aufsehers.	177	K, E, I	2208	—	—	—	—
	b) Anbau					I=Schlafzimmer f. Mädchen, f. d. Aufseher u. d. Gehülfin, Badezimmer u. Ankleidezimmer f. Mädchen Dg=Schlaf- u. Ankleidezimm. f. Knaben, Krankenzimmer u. Kleiderkammern.	78	K, E	628	—	—	—	—
114	Schulhaus in der Victoriastrafse in Kalk *I. Theil*	Cöln	77	78	Kreisbaumstr. Müller (*Deutz*)	wie Nr. 111.	260	K, E, I	rund 2750	320	4	2	25000

12							13						14	15
Kosten							Baustoffe und Herstellungsart der						Angaben über die Heizungs- u. Lüftungsanlagen	Bemerkungen.
des Hauptgebäudes			für 1 Schüler		der Nebengebäude zusammen	der Nebenanlag. im ganzen	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Treppen		
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	der ganzen Anlage	des Schulhauses										
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
20400	100,0	11,1	120,3	113,3	1250	—	Ziegel	Ziegel	Rohbau	Pfannen mit Schieferstreifen	K. gew., sonst Balkend.	—	Luftzu- und abführung	Tiefe Grundmauern. Nebengebäude: Stall u. Abtritt.
18400	77,0	9,9	57,4	57,4	—	—	„	„	„	„	„	Holz	Mantelöfen, Luftabführung	Die Wohnungen sind f. Lehrerinnen.
25834	105,4	12,9	85,2	80,7	1424		„	„	„	—	„	„	„	Nebengebäude u. Nebenanlagen: Abtritte, Hofanlage, Baumpflanzung usw.
19800	79,5	9,2	80,6	61,9	4800	1200	„	„	„	Pfannen mit Schiefereinfass.	„	„	eiserne Oefen. Luftabführung	1 Schulsaal ist vorläufig als Wohn. f. 1 Lehrerin einger. Nebengeb.: 2 Ställe, Abtritt mit 10 Sitzen u. Pissoir. Nebenanlagen: 300 ℳ f. Einfriedigungen, 450 „ f. Brunnen m. Pumpe, 450 „ f. Einebnung.
19781	77,4	9,3	119,2	93,2	2526	2923	„	„	„	„	„	—	„	2 Wohnungen f. verh. Lehrer, 1 Wohn. f. eine Lehrerin. Nebengeb.: Stall u. Abtritt mit Pissoir. Nebenanlagen: 725 ℳ f. den 27,8 m tiefen Brunnen, 598 „ f. die gußeis. Pumpe, 1600 „ f. Einfriedigung und Einebnung.
28774	—	—	574,4	479,6	5716		„	„	„ mit Verblend.- u. Formst.	Schiefer	„	Haustein	Ofenheiz.	Mansardendächer. Nebengebäude u. Nebenanlagen: Abtritt mit 6 Sitzen, Einfried., Einebnung, Gas- u. Wasserleitung.
22081	124,8	10,0												
[illegible]	65,8	10,7												
23400	90,0	8,5	78,1	73,1	1600		„	„	Rohbau	Pfannen mit Schiefereinfass.	„	—	Luftabführung	Nebengebäude u. Nebenanlagen: Abtritt, Brunnen mit Pumpe.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10			11
Nummer	Bestimmung und Ort des Baues.	Kreis	Zeit der Ausführung		Name und Wohnort des entwerfenden, bezw. ausführenden Baumeisters	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche	Bezeichnung der Geschosse	Raum-Inhalt	Anzahl der			Kosten der ganzen Bauanlage
			von	bis			qm		cbm	Schüler	Klassen	Wohnungen	ℳ
115	Schulhaus in Harff-Morken	Bergheim	79	80	Kreisbaumstr. Müller (*Deutz*)	wie Nr. 111.	268	K z. Th., E, I	2412	340	4	2	20700
116	Mädchenschule in Wipperfürth	Wipperfürth	77	78	"	I=E	270	"	rund 2500	320	4	4	35900
117	Schulhaus in Selhof	Sieg	77	78	Court (*Siegburg*)	wie Nr. 111.	275	"	2475	360	4	2	28360
118	Dattenfeld	"	78	79	"	desgl.	282	"	rund 2480	300	4	2	27806
119	Bliesheim	Euskirchen	85	85	Müller (*Deutz*)	desgl.	295	K, E, I	rund 3150	400	4	2	27700
120	Raderthal	Cöln	72	74	"	I=E	295	K z. Th., E, I	2770	320	4	2	43200
121	Mädchenschule in Honnef	Sieg	78	78	Court (*Siegburg*)	wie Nr. 116.	297	"	2513	320	4	4	32241
122	Schulhaus in Bickendorf	Cöln	74	74	Müller (*Deutz*)	wie Nr. 120.	302	K, E, I	2751	378	4	2	30767
123	Dünnwald	Mülheim a/Rh.	79	80	Freytag (*Mülheim a/Rh.*)	E im wesentlichen wie Nr. 96 (2 Treppenhäuser) I=E	316	K z. Th., E, I	rund 2550	320	4	2	38200
124	Commern	Euskirchen	80	82	Architekt Abels	—	347	"	3157	320	4	2	41974
125	Lommersum	"	79	80	Kreisbaumstr. Kriesche (*Düren*)	im wesentlichen wie Nr. 116	371	"	rund 3400	280	4	4	28137

12							13						14	15
Kosten							Baustoffe und Herstellungsart der						Angaben über die Heizungs- u. Lüftungs-anlagen	Bemerkungen.
des Hauptgebäudes			für 1 Schüler		der Neben-gebäude zusammen	der Neben-anlag. im ganzen	Grund-mauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Treppen		
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	der ganzen Anlage	des Schul-hauses										
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
18000	67,2	7,5	61,0	53,0	2700		Ziegel	Ziegel	Rohbau	Pfannen mit Schiefer-einfass.	K. und Schulsäle im E. gew., sonst Balkend.	—	Luftzu- und abführung	Nebengebäude u. Nebenanlagen: Abtritt, Brunnen mit Pumpe und Einfriedigung.
34700	128,5	13,9	112,2	108,4	1200	—	Bruchst.	K Bruchst., sonst Ziegel-fachwerk	Schiefer-beklei-dung	—	—	—	eis. Windöfen	Nebengebäude: Abtritt.
28300	103,1	11,5	78,8	78,8	—	—	—	Ziegel	Rohbau	Ziegel	K. gew., sonst Balkend.	—	—	
24550	87,1	9,9	92,7	81,8	2756	500	Bruchst.	Bruchst.	„	Schiefer	„	—	—	Nebengebäude: Stall und Abtritt. Nebenanl.: Brunnen mit Pumpe.
24000	81,4	7,6	69,3	60,0	3700		Ziegel	Ziegel	„ mit Verblend.- u. Formst.	Pfannen mit Schiefer-streifen	K. und Schulsäle im E. gew., sonst Balkend.	—	Luftabführung	1 Schulsaal ist vorläufig als Wohnung f. eine Lehrerin einger. Nebengeb. u. Nebenanl.: Stall u. Abtritt, Brunnen m. Pumpe u. Hofmauer.
33900	114,9	12,2	135,0	106,0	9300		„	„	Rohbau	„	K. gew., sonst Balkend.	—	„	Nebengebäude und Nebenanlagen wie vor.
32241	108,5	12,9	100,8	100,8	—	—	—	„	„	Ziegel	„	—	—	
30767	101,8	11,2	81,4	81,4	—	—	Ziegel	„	„	Falzziegel	„	Haustein	—	
30000	94,9	11,8	119,4	93,8	4100	4100	„	„	„ Gesimse u. Fensterbänke Sandst.	Pfannen mit Schiefer-einfass.	„	Holz	—	Nebengebäude: Stall, Abtritt mit 10 Sitzen, Pissoir und Spritzenhaus; Nebenanlagen: 3000 ℳ f. 120 m Einfried., 550 „ f. Brunnen m. Pumpe, 550 „ f. Einebnung.
37394	107,6	11,6	131,2	116,9	2500	2080	—	—	—	—	—	—	—	Nebengebäude: Stall u. Abtritt. Nebenanlagen: 1080 ℳ f. d. Brunnen m. Pumpe, 1000 „ f. d. Einfriedigung.
24084	65,0	7,1	100,5	86,0	3152	901	Ziegel	Ziegel	Rohbau	Pfannen mit Schiefer-einfass.	K. und Küchen im E. gew., sonst Balkend.	—	eis. Oefen, Luftabführung	Nebengebäude: 2 Stall- und Abtrittsgeb. mit Pissoir; Nebenanlagen: 451 ℳ f. d. 12,6 m tief. Brunnen mit gußeis. Pumpe, 450 „ f. Einfriedigung u. Einebnung.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10			11
Nummer	Bestimmung und Ort des Baues	Kreis	Zeit der Ausführung		Name und Wohnort des entwerfenden, bezw. ausführenden Baumeisters	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche	Bezeichnung der Geschosse	Rauminhalt	Anzahl der			Kosten der ganzen Bauanlage
			von	bis			qm		cbm	Schüler	Klassen	Wohnungen	ℳ
126	Schulhaus in Bayenthal	Cöln	73	74	Kreisbaumstr. Müller (*Deutz*)	I — E	394	K z. Th., E, I	3350	320	4	4	53[illegible]
127	Melaten	„	76	76	„	E und I wie Nr. 1 II = w	90	K, E, I, II	1245	170	2	1	16[illegible]
128	hinter d. Rathhause in Deutz *Anbau*	„	76	77	„	E = kl, I = kl, II = kl } w	120	„	1500	240	3	1	15[illegible]
129	Wefseling	Bonn	74	75	Dr. Schubert (*Bonn*)	I = E. II = w	174	K z. Th., E, I, II z. Th.	1967	100	2	3	3[illegible]
130	Walberberg *Anbau*	„	75	75	„	E und I wie Nr. 47 II = 2 w	180	„	2070	160	2	4	2725
131	Witterschlick	„	82	83	„	E wie Nr. 129 I und II = E	185	K z. Th., E, I, II	2320	270	3	3	223[illegible]
132	Gebäude für Feuerlöschgeräthe, Schulräume und Beamtenwohnungen in Deutz	Cöln	84	85	Stadtbaumstr. Schmitz (*Deutz*)	E = d, b, Kleiderkammer und Raum für Löschgeräthe, I = 4 kl II = 2 w	197	„	2500	320	4	2	31[illegible]
133	Israelit. Schule in Cöln	„	73	74	Weyer (*Cöln*)	—	259	K, E, I, II	4598	300	5	2	7[illegible]
134	Mädchen-Freischule St. Cunibert in Cöln	„	80	81	„	—	260	„	4142	432	6	1	49108
135	Knaben-Freischule St. Cunibert in Cöln	„	76	78	„	—	261	„	4381	432	6	2	51306
136	Mädchen-Bezirks-Schule St. Cunibert in Cöln	„	76	78	„	—	262	„	4627	432	6	2	56242

12							13						14	15
Kosten							Baustoffe und Herstellungsart der						Angaben über die Heizungs- u. Lüftungs-anlagen	Bemerkungen.
des Hauptgebäudes			für 1 Schüler		der Neben-gebäude zusammen	der Neben-anlag. im ganzen	Grund-mauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Treppen		
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	der ganzen Anlage	des Schulhauses										
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
45000	114,2	13,4	165,6	140,6	8000		Ziegel	Ziegel	Rohbau	Pfannen mit Schiefer-einfass.	Keller gewölbt, sonst Balken-decken	—	Luft-abführung	Nebengebäude u. Nebenanlagen: 2 Hofgebäude, Einfriedigung, Brunnen mit Pumpe.
16280	164,4	13,1	95,8	95,8	—	—	„	„	„	Falzziegel	„	Haustein	—	
15000	125,0	9,6	62,5	62,5	—	—	„	„	„	Zink	„	„	Luft-abführung	
24618	141,5	12,5	189,7	153,8	4995	737	—	„	„	Pfannen mit Schiefer-einfass.	„	Trachyt	eiserne Oefen, Luft-abführung	Nebengebäude: Stall und Abtritt mit 10 Sitzen und Pissoir. Nebenanlagen: Einebung und Pflasterung.
27125	150,7	13,1	169,5	169,5	—	—	—	„	„	„	„	„	„	Wohnungen für 1 verheiratheten und 1 unverheiratheten Lehrer und für 2 Lehrerinnen.
22200	120,0	9,3	82,2	82,2	—	—	Ziegel	„	„	Ziegel mit Schiefer-einfass.	„	Haustein	—	
31500	160,0	12,6	98,4	98,4	—	—	„	„	„ mit Verblend-steinen u. Sandstein	Pfannen	K. und Durch-fahrt gewölbt, sonst Balken-decken	„	Ofenheizung, Luft-abführung	Eingebautes Grundstück. Das Gebäude besitzt Gas- und Wasserleitung und ist an die städt. Canalisation angeschlossen.
74981	289,5	16,3	208,3	208,3	—	—	„	„	„	Schiefer	Keller gewölbt, sonst Balken-decken	Basalt-lava	—	9 Wohnräume = rund 2 Wohnungen.
49103	189,0	11,9	113,7	113,7	—	—	„	„	„	„	Keller u. Flure gewölbt, sonst Balken-decken	Sandstein	Luftheizung, 171 ℳ für 100 cbm beheizten Raumes	6 Wohnräume = rund 1 Wohnung.
51366	196,8	11,2	118,9	118,9	—	—	„	„	„	„	Keller gewölbt, sonst Balken-decken	Basalt-lava	—	9 Wohnräume = rund 2 Wohnungen.
58242	222,3	12,6	134,8	134,8	—	—	„	„	„	„	K. u. Flure gew., sonst Balkend.	„	—	10 Wohnräume = rund 2 Wohnungen.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10			11
Nummer	Bestimmung und Ort des Baues	Kreis	Zeit der Ausführung von	bis	Name und Wohnort des entwerfenden, bezw. ausführenden Baumeisters	Grundriss nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche qm	Bezeichnung der Geschosse	Rauminhalt cbm	Anzahl der Schüler	Klassen	Wohnungen	Kosten der ganzen Bauanlage ℳ
137	Schulhaus in Heimerzheim	Rheinbach	77	78	Kreisbaumstr. Dr. Schubert (*Bonn*)	I = E II = 2 w	227	K z. Th. E I II z. Th.	2903	320	4	1	[illegible]
138	Schulhaus in der Vogelsangerstraße in Ehrenfeld	Cöln	74	85		I = E II = 2 kl, w	[illegible]	—	rund 4176	500	8	1	[illegible]
	a) 1. Theil		74	74	Müller (*Deutz*)		[illegible]	K E I II	*rund* 2650	—	—	—	—
	b) 2. Theil		84	85	Stadtbaumstr. Erkelmann (*Ehrenfeld*)		[illegible]	E I II	[illegible]	—	—	—	—
139	Ev. Schule in der Antoniterstraße in Cöln	„	73	74	Weyer (*Cöln*)	—	217	K E I II	6566	504	7	3	[illegible]
140	Mädchen-Freischule St. Severin in Cöln	„	72	74	—		[illegible]	—	5904	504	8	2	[illegible]
141	Schulhaus in Siegburg	Sieg	78	79	Kreisbaumstr. Court (*Siegburg*)	E und I wie Nr. 116 II = 2 kl	348	K z. Th. E I II z. Th.	3568	480	6	4	[illegible]
142	Kessenich	Bonn	75	76	Dr. Schubert (*Bonn*)	desgl.	364	K E I II z. Th.	[illegible]	480	6	6	[illegible]
143	Kath. Schule in Mülheim a/Rh.	Mülheim a/Rh.	73	74	Freytag (*Mülheim a. Rh.*)	E und I wie Nr. 22 II = 3 w	394	K E I II	rund 5900	640	8	3	[illegible]
144	Mädchenschule hinter dem Rathhause in Kalk	Cöln	73	74	Müller (*Deutz*)	E, I und II wie Nr. 120	448	-	5820	480	6	6	[illegible]
145	Schulhaus in der Bahnhofstraße in Nippes	„	82	84	Kuhn (*Nippes*)	I = E, II = 4 kl.	482	K E I II z. Th.	6024	960	12	2	[illegible]
	a) 1. Theil		82	83			[illegible]	—	3062	480	6	1	[illegible]
	b) 2. Theil		84	84			[illegible]	—	2962	480	6	1	[illegible]

12							13						14	15
Kosten							Baustoffe und Herstellungsart der						Angaben über die Heizungs- u. Lüftungsanlagen	Bemerkungen.
des Hauptgebäudes			für 1 Schüler		der Nebengebäude zusammen	der Nebenanlag. im ganzen	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Treppen		
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	der ganzen Anlage	des Schulhauses										
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
28239	101,9	9,7	106,4	88,3	4441	1369	—	Ziegel	Rohbau	Pfannen mit Schiefereinfass.	Keller und Flure gewölbt, sonst Balkendecken	Trachyt	eiserne Oefen, Luftabführung	Nebengebäude: Stall und Abtritt mit 8 Sitzen und Pissoir; Nebenanlagen: Einfriedigung.
40291	—	—	80,6	80,6	—	—	Ziegel	„	„ mit Verblendsteinen u. Sandstein	Falzziegel	„	Haustein	Ofenheizung	
24491	149,8	10,0												
15600	116,3	9,2												
85122	268,5	13,1	168,9	168,9	—	—	„	„	„	Schiefer	„	Basaltlava	—	16 Wohnräume = rund 3 Wohnungen.
74217	222,9	12,6	147,3	147,3	—	—	„	„	„	„	„	„	—	1 Schulsaal = Turnsaal; 11 Wohnräume = rund 2 Wohnungen.
43174	124,1	12,1	89,9	89,9	—	—	Bruchst.	„	Rohbau	Ziegel	K. gew., sonst Balkend.	—	—	Wohnungen f. 2 verheirathete u. 1 unverheiratheten Lehrer und 3 Lehrerinnen. Nebengebäude: Abtritt; Nebenanlagen: 1150 ℳ f. d. Einfriedigung, 1573 „ für Einebnung und Pflasterung.
49634	136,8	11,2	113,2	103,4	1080	2723	—	„	„	Schiefer	„	Trachyt, freitragend	eiserne Oefen, Luftabführung	
82000	208,1	13,9	154,7	128,1	7550	9450	Ziegel	„	„ mit Verblendsteinen u. Sandstein	„	„	Haustein	eiserne Mantelöfen, Luftabführung	Wohnungen f. 1 verheiratheten Lehrer und 2 Lehrerinnen. Nebengebäude: Abtritte mit 16 Sitzen und Pissoir; Nebenanlagen: 8600 ℳ f. d. Einfriedigung, 850 „ für den Brunnen mit 2 Pumpen. Die Gründungskosten für die Nebengeb. haben 2000 ℳ, für die Einfriedigungsmauer 3800 ℳ betragen.
41100	91,7	7,1	102,5	85,6	8100		„	„	Rohbau	Pfannen mit Schieferstreifen	„	—	Luftabführung	Wohnungen für 6 Lehrerinnen. Nebengebäude u. Nebenanlagen: Abtritt, Brunnen mit Pumpe und Einfriedigung.
54770	—	—	68,2	57,1	10706		„	„	„ mit Verblendsteinen u. Sandstein	Pfannen	K., Flure, Treppenhäuser u. Schulsäle im E u. I gew., sonst Balkend.	Haustein, zwischen Wangenmauern	Regulirfüllöfen, Luftabführung	Nebengebäude u. Nebenanlagen: Abtritte und Pissoirs, Einfriedigung, Müllgrube, Brunnen mit Pumpe, Einebnung, Baumpflanzung, Fufswege usw.
31259	112,6	6,5	—	—	6988									
23471	114,1	9,9	—	—	3708									

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10			11
Nummer	Bestimmung und Ort des Baues.	Kreis	Zeit der Ausführung		Name und Wohnort des entwerfenden, bezw. ausführenden Baumeisters	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche	Bezeichnung der Geschosse	Raum-Inhalt	Anzahl der			Kosten der ganzen Bauanlage
			von	bis			qm		cbm	Schüler	Klassen	Wohnungen	ℳ
146	Schulhaus in der Hermannstr. in Ehrenfeld	Cöln	75	75	Kreisbaumstr. Muller (Deutz)	I und II = E	518	K, E, I, II	rund 7600	920	12	3	62262
147	Knaben-Bezirks- und Freischule St. Johann Jacob in Cöln	"	75	76	Stadtbaumstr. Weyer (Cöln)	—	543	"	9144	864	12	5	116914
148	2 Gebäude der evang. Schule in der Friesenstrafse in Cöln	"	73	74	"	—	586	"	10517	720	10	4	135791
149	Schulhaus in der Kaiserstrafse in Ehrenfeld	"	80	82	Erdelmann (Ehrenfeld)	I und II = E	592	"	rund 9200	1020	12	9	57677
	a) 1. Klassenflügel		80	80			199	—	rund 3000	—	6	—	
	b) 2. "		81	82			190	—	rund 3000	—	6	—	
	c) Zwischenbau		81	82			194	—	rund 3200	—	—	9	
150	Realschule in Mülheim a. Rh.	Mülheim a/Rh.	70	72	Baurath Raschdorff	I = 4 kl., Directorzimmer, Bücherzimmer und w. II = Aula, Zeichensaal, Physiksaal, Hörsaal für Naturwissenschaft, Sammlungszimmer und w.	644	"	10304	400	9	2	146400
151	Schulhaus in Nippes	Cöln	76	79		I und II = E	649	K z. Th., E, I, II	rund 8780	960	12	12	96641
	a) 1. Theil		76	77	Kreisbaumstr. Muller (Deutz)		352	—	rund 4750	—	6	6	57063
	b) 2. Theil		78	79	Kuhn (Nippes)		297	—	rund 4000	—	6	6	39618
152	Höh. Mädchenschule in Cöln	"	74	78	Stadtbaumstr. Weyer (Cöln)	—	856	K, E, I, II, III z. Th.	18815	600	15	2	291606

12							13						14	15
Kosten							Baustoffe und Herstellungsart der						Angaben über die Heizungs- u. Lüftungs-anlagen	Bemerkungen.
des Hauptgebäudes			für 1 Schüler		der Neben-gebäude zusammen	der Neben-anlag. im ganzen	Grund-mauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Treppen		
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	der ganzen Anlage	des Schul-hauses										
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
62202	120,1	8,2	67,6	67,6	—	—	Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Verwendung von Haustein	Falzziegel	Keller und Flure gewölbt, sonst Balkendecken	Haustein	Ofenheizung	18 Wohnräume = rund 3 Wohnungen. Es ist die Ausführung eines zweiten Flügelanbaues f. Wohnungen beabsichtigt.
114447	210,8	12,5	135,3	132,5	2467	—	„	„	„	Schiefer	„	Basaltlava	Luftheizung mit Luftabführung	24 Wohnräume = rund 5 Wohnungen; Nebengebäude: Abtritt.
135791	231,8	12,9	188,6	188,6	—	—	„	„	Rohbau mit Verblendsteinen u. Sandstein	„	„	„	—	19 Wohnräume = rund 4 Wohnungen.
57677	—	—	56,5	56,5	—	—	„	„	Rohbau	Zink	„	Haustein	Ofenheizung	
18778	94,4	6,3												
19300	97,0	6,5												
19590	101,0	6,1												
132000	205,0	12,8	366,0	330,0	5150	9250	„	„	„ mit Verwendung von Haustein	Schiefer	Keller, Flure und Treppenhäuser gewölbt, sonst Balkendecken	„	Luftheizung mit Luftabführung 9250 ℳ	Wohnungen für den Director im E, I u. II u. d. Schuldiener im K. 2600 ℳ für Gasleitung; Nebengebäude: 1500 ℳ Schuppen f. Turngeräthe; 3650 „ Abtritt mit 10 Sitzen und Pissoir; Nebenanlagen: 7600 ℳ für Einfriedigungen; 950 „ f. Brunnen m. Pumpe; 700 „ für Einebnung.
86455	—	—	100,6	90,1	10146		„	„	Rohbau mit Verblendsteinen	Pfannen	Keller, Hausflur und die Schulsäle d. E. u. I gewölbt, sonst Balkendecken	„	Ofenheizung, Luftabführung	Wohnungen für 6 verheirathete und 6 unverheirathete Lehrer, bezw. 12 Lehrerinnen. Nebengebäude u. Nebenanlagen: Abtritt, Einfriedigung, Brunnen mit Pumpe und Einebnung.
[illegible]	144,4	10,7	—	—	6250									
35622	119,6	8,8	—	—	3896									
291606	340,7	15,5	486,0	486,0	—	—	„	„	„ und Haustein	engl. Schiefer	K., Flure und Treppenhaus gewölbt, sonst Balkend.	Sandstein	Luftheizung mit Luftabführung, 115 ℳ für 100 cbm beheizten Raumes	Wohnungen für den Director u. den Schuldiener.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10			11
Nummer	Bestimmung und Ort des Baues.	Kreis	Zeit der Ausführung		Name und Wohnort des entwerfenden, bezw. ausführenden Baumeisters	Grundriß nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche	Bezeichnung der Geschosse	Raum-Inhalt	Anzahl der			Kosten der ganzen Baulage
			von	bis			qm		cbm	Schüler	Klassen	Wohnungen	ℳ
153	Mädchen-Bezirksschule St. Aposteln in Cöln	Cöln	72	74	Stadtbaumstr. Weyer (*Cöln*)	—	185	K, E, I, II, III	3694	288	4	2	49291
154	Knaben-Bezirksschule St. Aposteln in Cöln	„	79	80	„	—	185	„	3694	288	4	2	4700
155	Knaben- und Mädchen-Freischule St. Pantaleon in Cöln	„	72	73	„	—	409	„	8377	720	10	4	10867
156	Schulhaus nebst Lehrerwohnhaus in Rodenkirchen	„	77	78	Kreisbaumstr. Müller (*Deutz*)	—	—	—	—	320	—	—	3000
	a) Schulhaus					E u. I wie Nr. 8	178	E, I	1424	320	4	—	—
	b) Lehrerwohnhaus					E u. I = je 2 w	193	K, E, I	rund 2000	—	—	4	—
157	Höhere Bürgerschule in Cöln	Cöln	80	82	Stadtbaumstr. Weyer (*Cöln*)		—	—	—	600	—	—	19868
	a) Schulhaus					1 = Turnsaal, 2 u. 3 = Geräthe-, bezw. Kleider-Ablegeraum, darüber Emporen, 4 = chem. Arbeitszimmer, 5 = Lehrsaal f. Naturwissenschaft, 6 = Vorbereitungszimmer, 7 = Rectorzimmer, 8 = Physikzimmer, I = 5 kl. u. Sammlungsz., II = I, III = 2 kl., Zeichensaal, Zimmer für Zeichengeräthe	518	K, E, I, II, III	12130	600	12	—	—
	b) Lehrerwohnhaus					I u. II = E	187	K, E, I, II	3299	—	—	3	—
	c) Turnhalle					siehe Abbildung bei a	431	E, I z. Th.	3660	—	—	—	—

12							13						14	15
Kosten							Baustoffe und Herstellungsart der						Angaben über die Heizungs- u. Lüftungs-anlagen	Bemerkungen.
des Hauptgebäudes			für 1 Schüler		der Neben-gebäude zusammen	der Neben-anlag. im ganzen	Grund-mauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Treppen		
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	der ganzen Anlage	des Schul-hauses										
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
49240	266,2	13,3	171,0	171,0	—	—	Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Verblend-steinen u. Haustein	engl. Schiefer	K., Flure und Treppen-haus gew., sonst Balkend.	Basalt-lava	Luftheiz. mit Luftabfüh-rung, 175 ℳ f. 100 cbm beheizten Raumes	11 Wohnräume = rund 2 Wohnungen.
47500	256,8	12,9	164,9	164,9	—	—	„	„	„	„	„	„	„	wie vor.
109297	267,2	13,0	151,8	151,8	—	—	„	„	„	„	„	„	eis. Oefen mit Luftzu- u. abführung	22 Wohnräume = rund 4 Wohnungen.
28200	—	—	108,4	—	6500		—	—	—	—	—	—	—	Nebengeb. u. Nebenanlagen: Hofgebäude, Einfriedigung, Brunnen mit Pumpe.
12000	67,4	8,4	—	37,5	—	—	Ziegel	Ziegel	Rohbau	Pfannen m. Schiefer-streifen	Balkend.	—	Luftabfüh-rung	
16200	83,9	8,1	—	—	—	—	„	„	„	„	„	—	—	
177275	—	—	323,2	—	2398	14255	—	—	—	—	—	—	—	Nebengebäude: Abtritt mit 15 Sitzen und Pissoir. Nebenanlagen: Einfriedigung, Canalisirung u. Einebnung.
101222	195,4	8,3	—	168,7	—	—	Ziegel	Ziegel	Rohbau	Schiefer	K. u. Flure gew., sonst Balkend.	Trachyt	Luftheizung mit Luft-abführung, 155 ℳ für 100 cbm beheizten Raumes	Innere Einrichtung hat 11710 ℳ gekostet.
40404	216,1	12,2	—	—	—	—	„	„	„	„	K. gew., sonst Balkend.	—	—	Im E u. I Wohnung d. Rectors, „ II Wohnung eines Lehrers, „ K „ d. Schuldieners.
35649	82,7	9,7	—	—	—	—	„	„	„	„	—	—	Luftheizung, 71 ℳ für 100 cbm beheizten Raumes	3832 ℳ f. Turngeräthe.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			11
Nummer	Bestimmung und Ort des Baues	Kreis	Zeit der Ausführung von bis	Name und Wohnort des entwerfenden, bezw. ausführenden Baumeisters	Grundrifs nebst Beschrift	Bebaute Grundfläche qm	Bezeichnung der Geschosse	Raum-Inhalt cbm	Anzahl der Schüler	Klassen	Wohnungen	Kosten der ganzen Bauanlage ℳ
158	Evang. Schule in Mülheim a. Rh.	Mülheim a. Rh.	71 76	Kreisbaumstr. Freytag (*Mülheim a. Rh.*)		—		—	800	—	—	83000
	a) 1. Klassenbaus		71 72		wie Nr. 6	167	K E I	1550	320	4	—	–
	b) 2. Klassenbaus		76 77		E und I wie Nr. 20 II = Saal	[illegible]	K E I II	3048	480	6	1	–
	c) Lehrerwohnhaus		71 72		I = E	188	K E I	1612	–	—	2	–
159	Lehrerwohnhaus in Duisdorf	Bonn	77 77	Kreisbaumstr. Dr. Schubert (*Bonn*)	E = w, I = w	111	K E I	rund 1150	—	—	2	c) Lehr... 115[illegible]
160	Fischenich *Anbau*	Cöln	7[illegible] 74	Müller (*Deutz*)	desgl.	118	„	rund 1150	—	—	2	1200
161	Kierberg	„	7[illegible] 76	„	I = E	120	„	rund 1200	—	—	2	1170[illegible]
162	Eitorf *Anbau*	Sieg	72 74	Court (*Siegburg*)	–	2[illegible]	„	rund 2100	—	—	4	1306
163	Turnhalle am Hunnenrücken in Cöln	Cöln	75 76	Stadtbaumstr. Weyer (*Cöln*)	—	270	E	1076	—	—	—	d) Turn... 15135

12							13						14	15
Kosten							Baustoffe und Herstellungsart der						Angaben über die Heizungs- u. Lüftungs-anlagen	Bemerkungen.
des Hauptgebäudes			für 1 Schüler		der Neben-gebäude zusammen	der Neben-anlag. im ganzen	Grund-mauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Treppen		
im ganzen	für		der ganzen Anlage	des Schul-hauses										
	1 qm	1 cbm												
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
77950	—	—	103,8	—	3000	2050	—	—	—	—	—	—	—	Nebengeb.: Abtritt mit 8 Sitzen und Pissoir; Nebenanlagen: 1050 ℳ für Brunnen mit Pumpe; 1000 „ für die Einfriedigung.
17700	106,0	11,4	—	55,3	—	—	Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Verwendung von Haustein	Pfannen	Keller gewölbt, sonst Balkendecken	Haustein	—	4000 ℳ für tiefe Grundmauern.
40000	194,2	13,1	—	83,3	—	—	„	„	„	Schiefer	Keller, Flure u. Treppenhäuser gewölbt, sonst Balkendecken	„	Mantelöfen, Luftabführung	2 Schulsäle sind vereinigt und dienen als Zeichensaal für die Fortbildungsschule, bezw. als Versammlungssaal. — Wohnung für 1 unverheiratheten Lehrer.
20250	107,7	12,6	—	—	—	—	„	„	„	Pfannen	Keller gewölbt, sonst Balkendecken	Holz	Ofenheizung	
wohnhäuser														
11543	104,0	10,0	—	—	—	—	Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Verwend. von Haustein	Pfannen mit Schiefereinfass.	Keller gewölbt, sonst Balkendecken	Holz	—	
11000	93,2	9,6	—	—	—	—	„	„ Innenw. Fachwerk	Rohbau	Pfannen	„	—	—	
11700	97,5	9,8	—	—	—	—	„	Ziegel	„	„ mit Schieferstreifen	„	—	—	
18368	89,2	8,7	—	—	—	—	Bruchst.	Bruchst.	„	Ziegel	„	—	—	Wohnungen für 2 verheirathete Lehrer und 2 Lehrerinnen.
halle														
15135	56,0	9,0	—	—	—	—	Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Verblendsteinen	Schiefer	—	—	—	

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11
Nummer	Bestimmung und Ort des Baues	Kreis	Zeit der Ausführung		Name und Wohnort des entwerfenden, bezw. ausführenden Baumeisters	Grundriss nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche qm	Bezeichnung der Geschosse	Raum-Inhalt cbm	Anzahl der Nutzeinheiten	Kosten der ganzen Bauanlage ℳ
			von	bis							
	II. Kir										
164	Evang. Kirche in Wipperfürth	Wipperfürth	75	76	Kreisbaumstr. Müller (*Deutz*)		215	—	1830	300 Sitzplätze	38000
165	Kath. Kirche mit Thurm in Schwadorf	Cöln	74	76	„		310	—	3290	400 Sitzplätze	48000
166	Urfeld	Bonn	80	81	Dr. Schubert (*Bonn*)		592	—	6528	756 Kirchgänger	[illegible]
167	Ersdorf	Rheindorf	76	78	„		638	—	7953	640 Kirchgänger	63000
168	Friedhofsanlage in Bonn	Bonn	82	84	Stadtbaumstr. v. Noël, bezw. Lemcke (*Bonn*)		—	—	—	15300 Grabstellen	133844
	a) Capelle						336	—	3467		—
	b) Hauptpforte						—	—	—	—	—
	c) Todtengräberhaus					1 = Zimmer für den Geistlichen, 2 = „ „ die Leidtragenden, 3 = Secirsaal 4 = Zimmer für den Arzt.	73	K z. Th. E I	729	—	—
	d) Einfriedigung						1103 m	—	—	—	—
	III. Pfarr										
169	Kath. Pfarrhaus in Sechtem	Bonn	75	76	Kreisbaumstr. Dr. Schubert (*Bonn*)	im wesentlichen wie Nr. 170	131	K E I	1223	—	15276
170	Godesberg	„	77	78	„		138	„	1295	—	24317

12						13						14	15
Kosten						Baustoffe und Herstellungsart der						Angaben über die Heizungsanlagen	Bemerkungen.
des Hauptgebäudes			für die Nutzeinheit	der Nebengebäude zusammen	der Nebenanlag. im ganzen	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Treppen		
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm											
ℳ	ℳ	ℳ		ℳ	ℳ								
chen													
38000	176,7	20,8	126,7	—	—	Bruchst.	Bruchst.	Rohbau mit Verwendung von Werksteinen	Schiefer	Kreuzgewölbe	—	—	Romanischer Stil.
48000	154,8	14,6	120,0	—	—	Ziegel	Ziegel	„	„	„	—	—	Gothischer Stil. Maſswerk von Sandstein.
62898	106,2	9,6	83,2	—	—	„	„	„	„	„	—	—	Der Thurm ist alt. Gothische dreischiffige Hallenkirche; 2950 ℳ für Bauführung, 5744 „ für Altäre, Kanzel, Beichtstühle und Kirchenbänke.
63000	98,7	7,9	98,4	—	—	Bruchst.	Bruchst.	„	„	„	—	—	Gothische Kreuzkirche. Maſswerk von Sandstein. Die Kosten für Glocken und innere Einrichtung sind in den Baukosten nicht enthalten.
89324	—	—	8,7	1838	42082	—	—	—	—	—	—	—	Nebengebäude: Stall mit Knechtewohnung; Nebenanl.: Garten- u. Wiesenanlagen, Baumpflanzungen.
45051	134,1	13,0	—	—	—	Ziegel	Ziegel	Tuffstein-Verblend.	Schiefer	Holz	Cementst.	—	
13769	—	—	—	—	—	„	„	„	„	—	—	—	
8116	111,2	11,1	—	—	—	„	„ I Fachw.	Rohbau	Cementst.	K. gew., sonst Balkend.	—	—	
22388	20,3 f. d. m.	—	—	—	—	„	Ziegel m. Gitter	„	„	—	—	—	
häuser													
15278	116,6	12,5	—	—	—	Ziegel	Ziegel	Rohbau	Pfannen mit Schiefereinfass.	Keller gewölbt, sonst Balkend.	Holz	eiserne Oefen	
18224	132,1	14,1	—	3331	2762	„	„	„ mit Verwendung von Haustein	Schiefer	„	„	„	Das Pfarrhaus besitzt Gas- u. Wasserleitung; Nebengebäude: Stall; Nebenanlagen: Einfriedigung, Einebnung und Pflasterung.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11
Nummer	Bestimmung und Ort des Baues.	Kreis	Zeit der Ausführung		Name und Wohnort des entwerfenden, bezw. ausführenden Baumeisters	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche	Bezeichnung der Geschosse	Raum-Inhalt	Anzahl der Nutzeinheiten	Kosten der ganzen Bauanlage
			von	bis			qm		cbm		ℳ
										IV. Geschäfts	
171	Rathhaus in Bornheim	Bonn	83	83	Kreisbaumstr. Dr. Schubert (*Bonn*)	I = w	173	K, E, I	rund 1950	—	2150
172	Kalk	Cöln	75	77	Müller (*Deutz*)	E = Verwaltungsräume u. s; I und Dg = w	270	„	2870	—	6300
173	Erweiterungsbau des Rathhauses in Bonn *Anbau*	Bonn	74	75	Stadtbaumstr. Thomann, bezw. v. Noël (*Bonn*)	E = Zimmer für den Oberbürgermeister, Sparkasse (2), Trauungssaal, Standesamt (2), Stadtbauamt (2); I = Stadtfeldmesser (2), w (4)	516	K, E, I z. Th.	6200	—	6292
174	Rathhaus in Ehrenfeld	Cöln	80	80	Baurath Statz (*Cöln*)		528	K, E, I	rund 6850	—	6900
175	Polizeicommissariat am Sachsenring in Cöln	„	85	85	Stadtbaumstr. Stübben (*Cöln*)	E = Verwaltungsräume, I = s, w	110	„	rund 1200	—	1600
176	Verwaltungsgeb. am Stadthausplatz Nr. 8 in Cöln	„	81	82	Weyer (*Cöln*)	—	114	K, E, I, II	rund 1800	—	2549
177	Verwaltungsgeb. am Stadthausplatz Nr. 9 in Cöln	„	82	84	„		411	K, E, I, II z. Th.	6321	—	114870
178	Amtsgerichtsgeb. in Gummersbach	Gummersbach	72	73	Kreisbaumstr. Müller (*Deutz*)	E = s (2), Zimmer für den Richter, für den Referendar und für Acten, Gerichtsschreiberei, Wartezimmer	190	K, E, I, II	rund 2450	—	3600
179	Mülheim a/Rh.	Mülheim a/Rh.	81	82	Freytag (*Mülheim a/Rh.*)	K = 2 Haftzellen, Raum für gepfändete Gegenstände, w, und Kellerräume. E siehe Abbildung. 1 = Berathungszimmer, 3 = Grundbuchamt, 2 = Zeugenzimmer, 4 = Parteienzimmer, 6 = Botenzimmer. I = 2 Richterzimmer, 2 Gerichtsschreibereien, Schreibstuben, Berathungszimmer. II = Verfügbar für Gemeindezwecke	300	„	5100	2 (*Richter*)	5300

12						13						14	15
Kosten						Baustoffe und Herstellungsart der						Angaben über die Heizungsanlagen	Bemerkungen.
des Hauptgebäudes			für die Nutzeinheit	der Nebengebäude zusammen	der Nebenanlag im ganzen	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Treppen		
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm											
ℳ	ℳ	ℳ		ℳ	ℳ								
häuser													
21500	124,3	11,0	—	—	—	Ziegel	Ziegel	Rohbau	Schiefer	Keller gewölbt, sonst Balkendecken	Holz	—	Wohnung für den Bürgermeister.
54000	200,0	18,8	—	9000		"	"	" mit Verblend- und Werksteinen	"	K. u. E. gewölbt, I Balkendecken	Werkstein	—	Gothischer Stil. Wohnung für den Bürgermeister; Nebengebäude und Nebenanlagen: Arresthaus mit Polizeidienerwohnung, Einfriedig., Brunnen mit Pumpe usw.
61902	120,0	10,0	—	—	—	—	—	Putzbau mit Verwend. von Werksteinen	Zink bezw. Schiefer	—	—	—	Der 2geschossige Theil hat Mansardendach; Wohnung für den Hausmeister.
69000	130,7	10,1	—	—	—	Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Verblend- und Werksteinen	Schiefer bezw. Pfannen	K. u. E. z. Th. gewölbt, sonst Balkendecken	1 Treppe Holz, 1 desgl. Werkstein	Ofenheizung	42 m hoher Thurm mit Helm; Gothischer Stil; Wohnung für den Bürgermeister.
—	—	—	—	—	—	"	"	Rohbau m. Verblendsteinen, bezw. Cementputz	—	—	—	—	Mansardendach; Hausgarten und Vorgarten mit Einfriedigung.
28549	250,4	15,9	—	—	—	—	—	Quaderbau	englischer Schiefer z. Th. Zink	K. gew., sonst Balkend.	Holz	Ofenheizung	Gothischer Stil.
114870	279,5	18,2	—	—	—	Ziegel	Ziegel	Sockel u. E. Quaderbau sonst Rohbau m. Verblend- u. Werkst.	Schiefer	"	Sandstein freitragend	Luftheizung mit Luftabführung, 4688 ℳ i. g., 194 " für 100 cbm beheizt. Raumes	
36000	190,0	14,7	—	—	—	Bruchst.	Bruchst., Innenw., Ziegelfachwerk	Putzbau	Schiefer	"	—	—	300 ℳ für Blitzableiter.
51500	171,7	10,1	—	—	1500	Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Verblendsteinen u. Haustein	"	K und Grundbuchamt gewölbt, sonst Balkendecken	Holz	eiserne Oefen, Luftabführung	Das Gebäude besitzt Gas- u. Wasserleitung; 315 ℳ für Blitzableiter; Nebenanlagen: 2 Lichthöfe vor den Kellerfenstern; Wohnung für den Gerichtsboten.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11
Nummer	Bestimmung und Ort des Baues.	Kreis	Zeit der Ausführung von	bis	Name und Wohnort des entwerfenden, bezw. ausführenden Baumeisters	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche qm	Bezeichnung der Geschosse	Raum-Inhalt cbm	Anzahl der Nutzeinheiten	Kosten der ganzen Bauanlage ℳ
180	Amtsgerichtsgebäude in **Euskirchen**	Euskirchen	79	79	Architekt Lange *(Cöln)*		545	K, E, I	6128	—	76318
	a) Gerichtsgeb.						410	—	4709	3 *(Richter)*	—
	b) Gefängnifs					1 = Wartezimmer, 3 = Vorzimmer, 2 = Amtsrichter, 4 = Grundbücher, 5 = Gerichtsschreiberei, I = 2 Richterz., Vorzimmer, 5 Schreibstuben, Gerichtsschreiberei, Anwaltsz., 4 z, 2 q.	135	—	1419	36 *(Gefangene)*	—
										V. Kranken	
181	Kinderkrankenhaus in **Cöln** *(Abr. von Oppenheim'sche Stiftung)*	Cöln	81	83	Stadtbaumstr. Weyer *(Cöln)*	—	—	—	—	30 *(Kinder)*	22830
	a) Krankenhaus					1 = Tagesraum, 2 = Badezimmer, 3 = Waschraum, 4 = Sprechzimmer, 5 = Halle. I = E; o u. 4 = w des Arztes, II = 2 kr, Tagesraum, 2 Zimmer f. Pflegerinnen, w d. Vorsteherin, Wäsche- u. Kleiderkammern usw.	525	K, E, I, II	8794	30	—
	b) Wirthschaftsgeb.					1 = Gesindestube, 2 = Vorrathsraum, 3 = Spülraum, 4 = Waschküche. I = Schlafz. f. d. Dienstboten, Roll- und Plättkammer u. 1 Absonderungszimmer f. anst. Kranke	265	K, E, I	3017	—	—
	c) Leichenhaus					Leichenzimmer, Secirzimmer, Aufbahrungsraum	57	E	332	—	—
182	Kranken- und Siechenhaus in der Neuhöfer Str. in **Deutz**	Cöln	74	76	Kreisbaumstr. Müller *(Deutz)*	—	810	K, E, I, II	12600	70 *(Betten)*	190000

12						13						14	15
Kosten						Baustoffe und Herstellungsart der						Angaben über die Heizungs-anlagen	Bemerkungen.
des Hauptgebäudes			für die Nutz-ein-heit	der Neben-ge-bäude zusam-men	der Neben-anlag. im ganzen	Grund-mauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Treppen		
im gan-zen	für 1 qm	für 1 cbm											
ℳ	ℳ	ℳ		ℳ	ℳ								
72262	—	—	—	—	4056	Ziegel	Ziegel	Rohbau m. Ver-blend-steinen u. Haustein	Schiefer	K., Flure, Halle u. Gefängn. gew., sonst Balkend.	Haustein frei-tragend	Ofenheizung	Gothischer Stil. Nebenanlagen: Hofmauer, Brunnen mit Pumpe, Bekiesung. Wohnung für den Hausmeister.
57330	140,0	12,2	—										
14402	110,6	10,5	426,6										
häuser.													
181330 36191 (*in-nere Ein-richt.*)	—	—	7606,9	—	10687	—	—	—	—	—	—	—	Nebenanlagen: 4014 ℳ f. Gartenanlage, 6673 „ f. d. Umwehrungsmauer m. Gitter nach d. Strafse.
133952	255,1	15,2	4465,1	—	—	Ziegel	Ziegel	Rohbau m. Ver-blend-steinen u. Haustein	Schiefer	K. u. Flure gew., sonst Balkend.	Haustein frei-tragend	Luftheizung mit Luft-abführung. 189 ℳ für 100 cbm be-heizten Raumes	Blockanlage; 4 Pflegerinnen; Wohnung f. d. Hausdiener (im K.), f. d. Hausarzt u. d. Vorsteherin.
38438	145,0	12,7	—	—	—	„	„	„	„	„	„	—	
8940	156,8	26,9	—	—	—	„	„	„	Kuppel mit Schiefer, sonst Holz-cement	gew.	—	—	
175000	216,0	13,9	2800,0 bezw. 2500,0	21000		„	„	„	Schiefer	K, Flure u. Treppen-häuser gew., sonst Balkend.	Haustein zwischen Wangen-mauern	Windöfen, Luftab-führung	Blockanlage. Das Gebäude ist mit Gas- u. Wasser-leitung versehen. Nebengebäude u. Nebenanlagen: Stall, Leichenhaus, Einfriedigung, Pflasterung usw.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11
Nummer	Bestimmung und Ort des Baues	Kreis	Zeit der Ausführung		Name und Wohnort des entwerfenden, bezw. ausführenden Baumeisters	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche	Bezeichnung der Geschosse	Raum-Inhalt	Anzahl der Nutzeinheiten	Kosten der ganzen Bauanlage
			von	bis			qm		cbm		ℳ
183	Städt. Kranken- und Siechenhaus in Siegburg	Sieg	81	82	Kreisbaumstr. Court (*Siegburg*)	—	990	K, E, I, II	rund 13500	100 (*Betten*)	11500
184	Städtisches Krankenhaus in Mülheim a/Rh.	Mülheim a/Rh.	73	74	Baurath Raschdorff	1 = Badezimmer, 2 = Wärter, 3 = Haushälterin, 4 = Arzt, I = 6 Einzelzimmer f. 1 bis 2 Betten, II = 2 Einzelzimmer, Plattstube u. Trockenboden	1112	K, E, I z. Th., II z. Th.	rund 8200	91 (*Betten*)	12165

VI. Gefän

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11
185	Cantongefängnifs in Bonn *Anbau*	Bonn	78	78	Kreisbaumstr. Dr. Schubert (*Bonn*)	E = 2 Zimmer f. d. Verw., 2 z, I = Capelle, 2 z, II = 4 z	76	K, E, I, II	923	30 (*Gefangene*)	1358
186	Euskirchen *Anbau*	Euskirchen	84	85	Architekt Billger (*Euskirchen*)	E u. I = 10 z	96	K, E, I	987	35 (*Gefangene*)	1162
187	Mülheim a/Rh.	Mülheim a/Rh.	74	75	Kreisbaumstr. Freytag (*Mülheim a/Rh.*)	K = Waschküche, Strafzelle, Badezimmer, Kellerräume, E siehe Abbildung, I u. II = je 5 z	153	K, E, I, II	rund 2150	40 (*Gefangene*)	3700

12						13						14	15
Kosten						Baustoffe und Herstellungsart der						Angaben über die Heizungsanlagen	Bemerkungen.
des Hauptgebäudes			für die Nutzeinheit	der Nebengebäude zusammen	der Nebenanlag. im ganzen	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Treppen		
im ganzen	für												
	1 qm	1 cbm											
M	M	M		M	M								
115000	116,2	8,5	1150,0	—	—	Bruchst.	Ziegel	Rohbau	Ziegel	K. u. Flure gew., sonst Balkend.	Haustein	—	Blockanlage.
121650	100,4	14,8	1336,8	—	—	Ziegel	„	Rohbau mit Verblendsteinen u. Haustein	Schiefer	K. gew., sonst Balkend.	—	Füllöfen mit Lüftungsvorrichtung; zur Lüftung außerdem noch Firstlaternen mit verstellbaren Klappen	Pavillonanlage. Dieselbe besteht aus einem kreuzförmigen, eingeschossigen Pavillon im Zusammenhange mit d. 3geschossige Verwaltungsgeb. (siehe Abbildung) und einem Absonderungs-Pavillon für ansteckende Kranke. Die Kosten f. die einzelnen Gebäude ließen sich getrennt nicht angeben.
nisse.													
1 2292 1 266 *(Geräthschaften)*	161,7	13,3	451,9 bezw. 409,7	—	—	Ziegel	Ziegel	Rohbau	Schiefer	K. u. Flure gew., sonst Balkend.	—	eiserne Oefen, Luftabführung	
1 1032	114,9	11,2	315,2	—	—	„	„	„	„	„	Haustein	Schachtöfen	
29750	194,4	13,9	940,0 bezw. 743,8	1150	6700	„	„	„	Pfannen	„	„	eiserne Oefen, Luftabführung	Wohnung d. Gef.-Wärters, Nebengebäude: Stall, Nebenanlagen: 4600 M f. die 124 m lange u. 3,5 m hohe Umwehrungsmauer, 950 „ f. d. Brunnen mit Pumpe, 1120 „ f. Einebnung.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11
Nummer	Bestimmung und Ort des Baues	Kreis	Zeit der Ausführung		Name und Wohnort des entwerfenden, bezw. ausführenden Baumeisters	Grundriss nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche	Bezeichnung der Geschosse	Raum-Inhalt	Anzahl der Nutzeinheiten	Kosten der ganzen Bauanlage
			von	bis			qm		cbm		ℳ
									VII. Gewerbliche		
188	Verwaltungs- u. Werkstättengeb. d. Stadt-Cölnischen Gas- u. Wasserwerke in Cöln	Cöln	83	84	entw. v. H. Deutz, ausgef. v. d. Direction d. Gas- u. Wasserwerke (*Cöln*)	—	—	—	—	—	184[illegible]
	a) Directorwohnhaus *Anbau*					—	104	K, E, I	1206	—	—
	b) Verwaltungsgeb.					Bureauräume	368	K, E, I, II z. Th.	4534	—	—
	c) 1tes Werkstattengebäude					Klempnerei u. Uhrmacherei	431	K, E, I	5258	—	—
	d) 2tes Werkstattengebäude					Schmiede- u. Fitterwerkstatt u. 2 Bureauräume.	310	K z. Th., E	1862	—	—
189	Wohnhaus f. d. Gasanstalts-Dirigenten in Siegburg	Sieg	79	80	—	E = 4 Wohnräume I = E	103	K, E, I	rund 1100	—	10816
190	Neues Pumpwerk der städt. Wasserwerke in Cöln	Cöln	82	84	Direction d. Gas- u. Wasserwerke (*Cöln*)		--	—	—	24000 (*cbm f. d. Tag*)	51[illegible]
	a) Maschinenhaus					1 = Raum f. 2 Druckmaschinen, 2 = Räume f. je 1 Saugmaschine,	751	K, E, I	9250	—	—
	b) Kesselhaus					Raum f. 6 Kessel	586	E	3225	—	—
	b') Einmauerung der Kessel					—	—	—	—	—	—
	c) Dampfschornstein					—	50 m (*Höhe*)	—	rund 700	—	—
	d) Saugwasser-Behälter					—	605	—	1500	—	—
	e) 4 Brunnen zur Wasserentnahme					—	*je* 10,7 m tief	—	1712	—	—
	f) 2 Beibrunnen (Pumpenschächte) in d. Maschinenhause					—	*je* 4,2 m tief	—	334	—	—
	g) Verlegen d. Saugrohre in e. Betonkörper 2,0 : 1,75 m					—	144	—	252	—	—
	h) Erdausschachtung f. sämtl. Bauanlagen					—	—	—	—	—	—

12						13						14	15
Kosten						Baustoffe und Herstellungsart der						Angaben über die Heizungsanlagen	Bemerkungen.
des Hauptgebäudes			für die Nutzeinheit	der Nebengebäude zusammen	der Nebenanlag. im ganzen	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Treppen		
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm											
ℳ	ℳ	ℳ		ℳ	ℳ								
Anlagen.													
78920	—	—	—	—	3060	—	—	—	—	—	—	—	Nebenanlagen: Entwässerungsanlage.
18720	180,0	15,5	—	—	—	Ziegel	Ziegel	Putzbau	Schiefer	K. gew., sonst Balkend.	—	Ofenheizung	
90000	244,6	19,8	—	—	—	„	„	Rohbau z. Th. m. Tuffstein verblendet, Gesimse usw., Sandstein	Zinkplatten	„	—	Regulir-Füllöfen	Das Gebäude ist durch eine 40 cm starke Betonschicht gegen Grundwasser geschützt.
51600	119,7	9,8	—	—	—	„	„	Rohbau	—	„	—	Ofenheizung	wie vor.
18600	60,0	10,0	—	—	—	„	„	„	—	„	—	„	„
10816	105,0	9,8	—	—	—	„	„	„	Asphaltpappe	„	—	„	In den bei den einzelnen Baulichkeiten angegebenen Summen sind Kosten für Maschinen, Kessel und Erdarbeiten nicht enthalten.
—	—	—	215,0 (f. 100 cbm)		—	—	—	—	—	—	—	—	
185000	246,3	20,0	—	—	—	Betonsohle 1,5 m stark	Ziegel	Rohbau mit Verblendsteinen u. Sandstein	verzinktes Wellblech	—	—	—	Das Maschinenhaus ist für die Leistung von 48000 cbm für den Tag erbaut, 2 Druckmaschinen von je 200 Pferdekräften, 2 Saugmaschinen v. je 60 Pferdekräften. Eiserner Dachstuhl.
45000	76,8	14,0	—	—	—	—	„	„	„	—	—	—	6 Cornwall-Kessel von je 80 qm Heizfläche, Eiserner Dachstuhl.
15000													
12600	252,0 (f.d.m)	18,0	—	—	—	Beton	„	„	—	—	—	—	Grundmauern 6 m tief.
26000	43,0	17,3	—	—	—	„	„	—	—	gewölbt	—	—	Liegt vollständig unter Erdoberfläche; alles mit Cement-, bezw. Traßmörtel gemauert.
110000	257,0 (f.d.m)	64,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Lichte Weite = 5,5 m; Wandstärke unten = 1 m, oben = 0,80 m; Schmiedeeiserner Brunnenschuh. Verankerung durch eiserne Bolzen.
34000	404,8 (f.d.m)	101,8	—	—	—	Betonsohle 2 m stark	—	—	—	—	—	—	
35000	243,1	138,9	—	—	—	Beton	Beton	—	—	—	—	—	Die Kosten für die 500 mm weiten gußeisernen Rohre sind in nebenstehender Summe nicht enthalten. Die Höhe der Kosten wurde durch den starken Wasserandrang bedingt.
50000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11
Nummer	Bestimmung und Ort des Baues.	Kreis	Zeit der Ausführung		Name und Wohnort des entwerfenden, bezw. ausführenden Baumeisters	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche	Bezeichnung der Geschosse	Raum-Inhalt	Anzahl der Nutzeinheiten	Kosten der ganzen Bauanlage
			von	bis			qm		cbm		*M*
191	Städt. Gaswerk in Bonn	Bonn	77	79	Ingenieur Sehren					1855000 (*cbm Gas für das Jahr*)	447738
	a) Verwaltungsgeb.					Bureauräume und Zimmer für wissenschaftliche Untersuchungen	149	—	1730	—	—
	b) Retorten u. Kesselhaus					Ofenraum, Badezimmer, Arbeiterstube, Kesselhaus, Fabrik f. schwefels. Ammoniak	793	—	5324	—	—
	b[1]) 11 Oefen zu je 8 Retorten nebst den Generatoren, d. Armatur, der Vorlage usw.					—	—	—	—	—	—
	c) Kohlenschuppen					—	615	—	3371	—	—
	d) Maschinenhaus					Condensationsraum, Maschinenraum Reinigungsraum und Regenerationsraum	564	—	3364	—	—
	d[1]) Maschinen, Kessel, Apparate usw.					—	—	—	—	—	—
	e) 2 Gasbehälter					—	1446	—	12334	—	—
	e[1]) 2 Gasbehälterglocken nebst Führungsgerüsten					—	—	—	—	—	—
	f) Theer- u. Ammoniakwasser-Behälter					—	132	—	661	—	—
192	Städt. Schlachthaus in Siegburg	Sieg	84	85	Kreisbaumstr. Court (*Siegburg*)	Schlachtraum nebst Stall für Grofsvieh, desgl. für Kleinvieh, Kaldaunenwäsche, Kesselraum, Schlächterstube	515	—	3000	4390 (*Stück Vieh für das Jahr*)	4300
193	Schlachthof in Cöln	Cöln	73	76	Stadtbaumstr. Weyer (*Cöln*)	—	—	—	—	—	45275
	a) Verkaufshalle für Schweine					—	696	E	2785	—	—
	b) Schlachthalle für Grofsvieh					—	2272	„	26130	—	—
	c) Schlachthalle für Schweine nebst Brühhaus					—	521	„	4430	—	—
	d) Schlachthalle für Kleinvieh					—	318	„	1710	—	—
	e) Kaldaunenwäsche nebst Pferdeschlachtraum					—	383	„	3900	—	—
	f) Ställe für Grofs- und Kleinvieh					—	319	„	1275	—	—
	g) Ställe f. Schweine					—	236	„	940	—	—
VIII	Leichenschauhaus in Cöln	„	81	81	„	—	117	K z. Th. E I	rund 900	—	1597
IX	Städt. Bibliothek in Cöln *Anbau* Büchergestelle	„	75	77	„	—	354	K E I II z. Th.	7317	1000 (*qm Büchergestelle*)	10060

12						13						14	15
Kosten						Baustoffe und Herstellungsart der						Angaben über die Heizungsanlagen	Bemerkungen.
des Hauptgebäudes im ganzen ℳ	des Hauptgebäudes für 1 qm ℳ	des Hauptgebäudes für 1 cbm ℳ	für die Nutzeinheit	der Nebengebäude zusammen ℳ	der Nebenanlag. im ganzen ℳ	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Treppen		
380283	—	—	241,4 (f. 1000 cbm)	16417	51038	—	—	—	—	—	—	—	Nebengebäude: 8862 ℳ für die Werkstättengebäude, 7555 „ „ kleinere Baulichkeiten; Nebenanlagen: 10981 ℳ für 2834 qm Pflasterung, 9476 „ „ 320 m Umwehrungsmauer, 1010 „ „ 202 m Plankenzaun, 3075 „ „ die Brunnenanlage, 26496 „ „ Wege- u. Eisenbahn-Anlage.
19969	134,0	11,5	—	—	—	Ziegel	Ziegel	Rohbau	Formziegel	—	—	—	
45663	57,6	8,6	—	—	—	„	„	„	„	—	—	—	Fufsboden: Gufsplatten und Cementplatten.
50225													
16085	26,2	4,9	—	—	—	„	„	„	Pappe	—	—	—	Fufsboden: Asphalt.
26280	46,6	7,8	—	—	—	„	„	„	„	—	—	—	Fufsboden: Thonplatten.
66132													
99638	68,9	8,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20,70 m lichter Durchmesser.
44996													
11295	85,4	17,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Liegt unter Erdoberfläche.
42000	81,5	14,0	9,6	—	—	Bruchst.	Ziegel	Rohbau	Holzcement	—	—	—	
435881	—	—	—	16845	—	—	—	—	—	—	—	—	
21130	30,4	7,6	—	—	—	Ziegel	gusseis. Säulen	gusseis. Säulen	verzinktes Eisenblech	—	—	—	Eiserner Dachstuhl. Fufsboden: Asphalt.
213033	93,8	8,2	—	—	—	„	Ziegel	Rohbau	Schiefer bezw. verzinktes Wellblech	—	—	—	Fufsboden: Thonplatten; 144 Schneckengewinde zum Aufziehen des Viehes.
62523	120,0	14,1	—	—	—	„	„	„	„	—	—	—	4 Brühkessel, 1 Röhren-Dampfkessel zur Bereitung heifsen Wassers und zum Betriebe einer Pumpe.
31000	97,5	18,2	—	—	—	„	„	„	„	—	—	—	
53163	138,8	13,6	—	—	—	„	„	„	„	gew.	—	—	
35940	112,7	28,2	—	—	—	„	„	„	„	—	—	—	
19092	80,9	20,3	—	—	—	„	„	„	Falzziegel	—	—	—	
15970	136,5	17,7	—	—	—	„	„	„	„	K. u. E. gew., I Balkendecke	—	—	Fufsboden: Thonplatten.
141091	398,6	19,3	—	—	—	—	„	Quaderbau, Hinterseite Ziegelrohbau mit Verblendsteinen	englischer Schiefer	Gewölbe zwisch. eis. Trägern auf eis. Säulen	Trachyt, freitragend	—	Die Büchergestelle sind nach d. Tiefe der Säle so angeordnet, dafs die Fenster der Vorder- u. Hinterseite auf die Zwischengänge treffen. In der Höhe v. 2,17 m eis. Gallerien.
19509	19,5												

Tabelle a.

Ausführungskosten der Schulhaus-Neubauten auf ein qm bebauter Grundfläche als Einheit bezogen.

Kreis	Kosten für 1 qm in Mark — Nummer des betreffenden Baues in den statistischen Nachweisungen	Durchschnittspreis f. 1 qm ℳ	eingeschossige	zweigeschossige	dreigeschossige	viergeschossige	zusammen
Kreis Cöln	[illegible]	65,4	2	—	—	—	[illegible]
	84, 1, 100, 121, 18, 126, 120, 112, 70, 101, 68 … [illegible]	100,9	—	20	—	—	
	28, 135a, 135b, 135c … [illegible]	119,2	—	—	8	—	
Bonn	17 … [illegible]	71,3	2	—	—	—	[illegible]
	75, 19, 86, 12 … [illegible]	90,5	—	8	—	—	
	119, 129, 29, 130 … [illegible]	140,0	—	—	5	—	
Bergheim	[illegible]	63,8	1	—	—	—	[illegible]
	92, 98, 208 … [illegible]	83,4	—	9	—	—	
Rheinbach	[illegible]	51,1	2	—	—	—	[illegible]
	[illegible]	89,9	—	2	—	—	
	[illegible]	101,9	—	—	1	—	
Euskirchen	113	85,8	1	—	—	—	[illegible]
	112, 81, 107, 119 … [illegible]	87,2	—	8	—	—	
Gummersbach	11 … [illegible]	69,8	1	—	—	—	[illegible]
	[illegible]	112,1	—	4	—	—	
Mülheim a. Rh.	62, 60, 58, 131 … [illegible]	71,8	5	—	—	—	[illegible]
	109, 111, 1, 22, 63, 64, 65, 105, 66, 10 … [illegible]	95,1	—	18	—	—	
Sieg	55, 51, 44 … [illegible]	76,0	3	—	—	—	[illegible]
	118, 86, 88, 69, 100, 81, 117, 121, 19, 8 … [illegible]	101,4	—	12	—	—	
	111	124,1	—	—	1	—	
Wipperfürth	36, 37, 39	64,6	3	—	—	—	[illegible]
	82, 83, 116 … [illegible]	106,0	—	1	—	—	
Waldbröl	46, 53, 54, 14, 45, 52, 49, 31	71,5	8	—	—	—	[illegible]
	78 … [illegible]	109,2	—	2	—	—	
Stadt Cöln	134, 145, 117, 146, 110, 148, 139, 131 … [illegible]	224,3	—	—	9	—	[illegible]
	157a, 42, 154, 156, 155, 153 … [illegible]	262,4	—	—	—	6	
Bonn	[illegible]	158,9	—	3	—	—	[illegible]
Mülheim a. Rh.	158a	200,0	—	1	—	—	[illegible]
	158b, 159, 141 … [illegible]	204,2	—	—	3	—	
Deutz	16	108,2	—	1	—	—	[illegible]
	30, 128, 25, 132	131,1	—	—	4	—	
Ehrenfeld	149a, 149b, 150, 146, 138a	115,5	—	—	5	—	[illegible]

	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	260	270	280	340	Durchschnittspreis	ein-	zwei-	drei-	vier-geschossige	zusammen
zus. 1. eingeschossige	2	7	15	4	2		1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	31	—	—	—	
2. zweigeschoss.	—	2	5	16	15	23	14	12	2	1	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	92	—	—	
3. dreigeschoss.	—	—	—	—	2	2	3	7	1	3	4	2	—	—	2	3	2	2	1	—	1	1		—	—	—	36	—	
4. viergeschoss.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	2	—	1	—	—	—	—	6	
Summe	2	9	20	20	19	25	18	19	3	4	4	3	—	—	2	4	2	3	1	2	1	1	1	—	31	92	36	6	165

Bemerkung: Die Nummern der nicht unterkellerten Schulhäuser sind durch kleineren Druck gekennzeichnet.

Tabelle b.

Ausführungskosten der Schulhaus-Neubauten auf ein cbm Gebäudeinhalts als Einheit bezogen.

	Kosten für 1 cbm in Mark:																							Durchschnittspreis f. 1 cbm ℳ	Anzahl der Schulhäuser ein- (geschossige)	zwei- (geschossige)	drei- (geschossige)	vier- (geschossige)	zusammen
	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5	16	16,5	17	17,5						
	Nummer des betreffenden Baues in den statistischen Nachweisungen:																												
Kreis Cöln	—	—	—	—	—	—	59	—	—	—	—	—	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11,0	2	—	—	—	30
	—	—	—	—	156a, 114, 20	—	17, 100	14	13, 68, 84, 103	21, 122	18, 104	120	102	110, 70, 6	126	—	—	—	—	—	—	—	—	10,9	—	20	—	—	
	—	144	—	28	145a	151b	—	26, 145b	151a	—	—	—	—	127	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9,0	—	—	8	—	
„ Bonn	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	47	—	—	—	—	48	—	—	—	—	—	—	—	12,6	2	—	—	—	15
	—	—	—	75	—	—	73	—	—	69	77	15	12	72	71	—	—	—	—	—	—	—	—	11,5	—	8	—	—	
	—	—	—	—	—	—	131	—	—	142	—	—	129, 20	130	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11,6	—	—	5	—	
„ Bergheim	—	—	—	—	—	—	—	56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10,2	1	—	—	—	10
	—	—	115	—	—	97, 92, 93	98, 99, 94	—	101	108	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9,3	—	9	—	—	
„ Rheinbach	—	—	—	—	—	—	58, 61	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9,6	2	—	—	—	5
	—	—	—	—	—	74	—	95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9,5	—	2	—	—	
	—	—	—	—	—	—	137	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9,7	—	—	1	—	
„ Euskirchen	—	—	—	—	—	—	—	—	113b	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10,7	1	—	—	—	9
	—	125	24, 119	91	—	107	112	113a	—	—	—	124	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,6	—	8	—	—	
„ Gummersbach	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57	—	41	—	—	—	42	—	35	—	—	14,2	4	—	—	—	8
	—	—	—	—	—	—	—	—	67	—	—	5	—	—	—	85	7	—	—	—	—	—	—	12,6	—	4	—	—	
„ Mühlheim a/Rh.	—	—	—	—	—	—	—	62	—	38	60	—	—	—	—	—	40	—	—	34	—	—	—	12,5	5	—	—	—	23
	—	—	—	8	22	4, 79, 111	11, 109, 63	65	66	—	76, 3	90, 105, 123, 64	—	—	2, 10	—	—	—	—	—	—	—	—	10,4	—	18	—	—	
„ Sieg	—	—	—	—	—	—	—	—	—	55	—	—	—	—	—	51	—	—	—	43	—	—	—	13,5	3	—	—	—	16
	—	—	—	—	—	86	—	118, 88, 69	106	—	81, 117, 9	—	80, 87	121	19	—	—	—	—	—	—	—	—	11,3	—	12	—	—	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	141	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12,1	—	—	1	—	
„ Wipperfürth	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	36	39	—	—	37	—	—	—	—	14,3	3	—	—	—	7
	—	—	—	—	—	82	—	83	—	—	—	—	—	—	—	116	—	1	—	—	—	—	—	11,9	—	4	—	—	
„ Waldbröl	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	53, 54	52, 46	44, 45	—	—	49	—	—	33	—	—	13,4	8	—	—	—	10
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	78	96	—	—	—	—	—	—	—	—	13,3	—	2	—	—	
Stadt Cöln	—	—	—	—	—	—	—	—	—	31, 135	—	134	147, 136, 140	148, 139	—	—	—	—	—	—	133	—	—	12,6	—	—	9	—	15
	—	—	—	—	157a	—	—	—	—	32	—	—	—	154, 155	153	—	—	—	152	—	—	—	—	12,3	—	—	—	6	
„ Bonn	—	—	—	—	—	—	—	25b	—	25a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23	13,1	—	3	—	—	3
„ Mülheim a/Rh.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	158a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11,4	—	1	—	—	4
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150, 158b	—	143	—	—	—	—	—	—	—	13,2	—	—	3	—	
„ Deutz	—	—	—	—	—	—	—	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9,9	—	1	—	—	5
	—	—	—	30	27	—	128	—	—	—	—	—	132	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9,4	—	—	4	—	
„ Ehrenfeld	149a, 149b	—	—	146	—	[illegible]	—	138a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,9	—	—	5	—	5
zus. 1. eingeschossige	—	—	—	—	—	—	3	2	1	2	2	—	4	2	4	3	1	1	2	2	2	—	—	—	31	—	—	—	
2. zweigeschoss.	—	1	3	3	4	10	10	10	8	5	9	8	4	6	6	2	1	1	—	—	—	—	1	—	—	92	—	—	
3. dreigeschoss.	2	1	—	3	2	2	3	3	1	3	—	2	6	6	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	36	—	
4. viergeschoss.	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	2	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	6	
Summe	2	2	3	6	7	12	16	15	10	11	11	10	14	16	11	6	2	2	3	2	3	—	1	—	31	92	36	6	165

Bemerkung: Die Nummern der nicht unterkellerten Schulhäuser sind durch kleineren Druck gekennzeichnet.

Tabelle c.

Ausführungskosten der Schulhaus-Neubauten auf einen Schüler als Nutzeinheit bezogen.

1. Nach den Kreisen bezw. den gröfseren Städten geordnet.

	Kosten für 1 Schüler in Mark:																					Durchschnittspreis f. 1 Schüler in Schulhäusern ohne Wohnungen ℳ	Durchschnittspreis f. 1 Schüler in Schulhäusern mit Wohnungen ℳ	Anzahl der Schulhäuser ein- geschossige	zwei- geschossige	drei- geschossige	vier- geschossige	zusammen
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	210	230	330	400							
	Nummer des betreffenden Baues in den statistischen Nachweisungen:																											
Kreis Cöln												159, 150										—	139,3	2	—	—	—	[illegible]
	—	100, 30	13	11, 17, 21, [illegible], 18	114	110, 122	100, 68	81	76, 120, 103	104	102	120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	72,1	100,8	—	20	—	—	
	—	28	—	145	—	—	144, 26, 151	127			—			—	—					—	—	58,0	77,3	—	—	6		
„ Bonn											17			18								—	143,5	2	—	—	—	15
					12		7	77	77, 89		63						71, 72					79,3	130,7	—	8	—	—	
				29		131		142		—			129		130							63,5	115,5	—	—	5	—	
„ Bergheim											56											—	130,4	1	—			[illegible]
		—	115			97, 92, 95	98, 90, 91	101	108													—	82,6	—	9	—	—	
„ Rheinbach										61			58									—	132,1	2	—	—	—	[illegible]
	—	—	—	—	—	74	—	—	95													—	95,8	—	2	—	—	
							137				—											—	88,3	—	—	1	—	
„ Euskirchen	—		21	119	—	—	125, 91, 112	107	—	124		—	—		—		—	—	—			53,3	88,5	—	7	—	—	7
„ Gummersbach	—									177, 141	—	37	42									—	132,7	4	—	—	—	8
	—			5			7			85, 67												75,9	124,2	—	4	—	—	
„ Mülheim a. Rh.	—	—								58		61, 162		60	—				40				158,8	5	—	—	—	[illegible]
	4	0	92	109, 111, 4, 10	79, 12	3	126, 123				106, 105	163, 164	165, 166	—	—	—	—					53,5	93,9	—	18		—	
„ Sieg	—	—	—									57	71		—	41							156,6	1	—	—	—	[illegible]
			1	15	49	117, 86, 118, 88		81, 121, 100	80, 87												—	73,3	90,0	—	12	—	—	
	—	—	—				131								—				—	—		—	89,9	—	—	1	—	
„ Wipperfürth	—	—	—						16	15, 19		—			—			—	—	—			116,5	3	—	—	—	[illegible]
	—			1		82	83		110													65,4	93,8	—	4	—	—	
„ Waldbröl	—	—	—					14		24, 21, 23	52	43, 45	16		—							—	125,[illegible]	8	—	—	—	10
				96	—	—	—	18	—		—		—	—									73,7		2		—	
Stadt Cöln							9		134	135	147, 136	—	140		139		148	170			—	90,7	151,1	—	—	9	—	15
						9	—	—	—	—	—		155	154	157a, 153						152	90,9	261,5	—		—	6	
„ Bonn						57								27	—							110,1			2		—	2
„ Mülheim a. Rh.				160																		55,1	—	—	1	—	—	4
	—	—				158b		—	—	—	141	—							—	150	—	—	167,1	—	—	3	—	
„ Deutz	—	—		0	—																	61,9	—	—	1	—	—	5
	—	30	5	128	—	—	—	132	—				—				—	—	—			44,3	84,0	—	—	4	—	
„ Ehrenfeld	—	—	—	149	146	138	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65,0	—	—	3	—	3
zus. a) ohne Wohnung:																												
1. zweigeschossige	1	3	4	12	2	2	2	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	
2. dreigeschossige	—	2	1	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	
3. viergeschossige	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	
b) mit Wohnungen:																												
1. eingeschossige	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	3	8	4	2	—	1	—	—	1	—	—	—	—	30	—	—	—	
2. zweigeschossige	—	—	1	4	1	11	11	8	10	3	4	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	63	—	—	
3. dreigeschossige	—	—	—	3	1	3	4	3	1	1	3	—	2	—	2	—	1	1	—	1	—	—	—	—	—	26	—	
4. viergeschossige	—	—											1	1	1							—	—	—	—	—	4	
Summe	1	5	6	26	7	10	19	12	12	14	10	11	9	4	4	1	3	1	1	1	1	—	—	30	90	32	6	158

Bemerkung. Die Nummern der Schulhäuser ohne Wohnungen sind durch kleineren Druck gekennzeichnet.

Tabelle c.

Ausführungskosten der Schulhaus-Neubauten auf einen Schüler als Nutzeinheit bezogen.

2. Nach der Anzahl der Nutzeinheiten geordnet.

Anzahl der Schüler	Klassen	Wohnungen	Kosten für 1 Schüler in Mark: 30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	210	230	330	490	Durchschnittspreis f. 1 Schüler in Schulhäusern ohne Wohnungen ℳ	mit Wohnungen ℳ	Anzahl der Schulhäuser ein-geschossige	zwei-geschossige	drei-geschossige	vier-geschossige	zusammen
			Nummer des betreffenden Baues in den statistischen Nachweisungen:																											
160 — 180	2	—	—	—	—	1, 6, 4, 5	2	3	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	67,7	—	—	7	—	—	7
240	3	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	94,0	—	—	1	—	—	2
			—	—	—	—	—	—	26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	86,3	—	—	—	1	—	
320 — 400	4	—	8	156a, 20, 11	13, 9	158a, 14, 17, 21, 19, 18, 16, 10	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	53,3	—	—	15	—	—	15
480	6	—	—	28	27	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	53,0	—	—	—	3	—	3
640	8	—	—	—	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23	—	—	—	—	—	—	—	106,1	—	—	2	—	—	2
600 — 960	12	—	—	—	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	53,3	—	—	1	—	—	4
			—	30	—	—	—	—	31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65,0	—	—	—	2	—	
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	157a	—	—	—	—	—	—	168,7	—	—	—	—	1	
1280	16	—	—	—	—	—	—	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	84,7	—	—	1	—	—	1
2138	28	—	—	—	—	—	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	73,8	—	—	—	—	1	1
60 — 120	1	1	—	—	—	—	—	—	—	44	36	33, 57, 61, 38, 37, 41, 53, 39, 54	47, 52, 56	49, 34, 59, 50, 62, 45, 35, 55	51, 46, 42, 58	48, 60	—	43	—	—	40	—	—	—	136,1	30	—	—	—	39
			—	—	—	—	—	—	—	—	75	67	73	63, 64	65, 66	—	—	—	72, 71	—	—	—	—	—	144,4	—	9	—	—	
160 — 180	2	1	—	—	—	—	179, 169	—	—	—	89	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	82,2	—	3	—	—	4
			—	—	—	—	—	—	—	127	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	95,8	—	—	1	—	
140 — 200	2	2	—	—	—	—	—	82, 86, 97, 92, 88, 93, 74	83, 76, 98, 99, 100, 94, 91, 68	101, 81, 78, 107, 106, 77, 84	70, 80, 95, 87, 103, 108	104, 85	90, 105, 102	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	98,6	—	33	—	—	33
160	2	3 — 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	129	—	130	—	—	—	—	—	—	—	161,7	—	—	2	—	2
210 — 270	3	1 — 3	—	—	—	—	—	—	112	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	93,2	—	1	—	—	3
			—	—	—	128	—	131	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	72,9	—	—	2	—	
320	4	1	—	—	—	96	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	56,4	—	1	—	—	1
300 — 400	4	2	—	—	115	109, 119, 111	114	117, 110, 122, 118	123	—	120	124	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	78,2	—	12	—	—	15
			—	—	—	—	—	—	—	132	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	98,4	—	—	1	—	
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	154	153	—	—	—	—	—	—	—	167,9	—	—	—	2	
320	4	4	—	—	—	—	—	—	125	121	116	—	—	126	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	109,7	—	4	—	—	5
			—	—	—	—	—	—	137	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	88,3	—	—	1	—	
360	5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	133	—	—	—	—	208,3	—	—	1	—	1
432 — 480	6	1 — 6	—	—	—	—	—	158b	144, 141	142	134	135	136	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	103,4	—	—	7	—	7
504	7	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	139	—	—	—	—	—	—	—	168,9	—	—	1	—	1
500 — 640	8	1 — 3	—	—	—	—	—	138	—	—	—	—	143	—	140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	119,5	—	—	3	—	3
400	9	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	—	—	330,0	—	—	1	—	1
720	10	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	148	—	—	—	—	—	188,6	—	—	1	—	2
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	155	—	—	—	—	—	—	—	—	—	151,8	—	—	—	1	
864—1020	12	2—12	—	—	—	140, 145	146	—	151	—	—	—	147	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	79,3	—	—	5	—	5
600	15	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	152	—	486,0	—	—	—	1	1
zus. a) ohne Wohnung: 1. zweigeschossige			1	3	4	12	2	2	2	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	
2. dreigeschossige			—	2	1	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	
3. viergeschossige			—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	
b) mit Wohnungen: 1. eingeschossige			—	—	—	—	—	—	—	1	1	9	3	8	4	2	—	1	—	—	1	—	—	—	—	30	—	—	—	
2. zweigeschossige			—	—	1	4	3	11	11	8	10	4	4	3	2	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	63	—	—	
3. dreigeschossige			—	—	—	3	1	3	4	3	1	1	3	—	2	—	2	—	1	1	—	1	—	—	—	—	—	26	—	
4. viergeschossige			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	4	
Summe			1	5	6	20	7	16	19	12	12	14	10	11	9	4	4	1	3	1	1	1	1	—	—	30	90	32	6	158

Halle a. S., Buchdruckerei des Waisenhauses

Statistische Nachweisungen,

betreffend die in den Jahren 1881 bis einschliefslich 1885 vollendeten und abgerechneten preufsischen Staatsbauten aus dem Gebiete des Hochbaues.

Im Auftrage des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten aufgestellt von

Wiethoff,
Königlichem Land-Bauinspector.

Es liegt die Absicht vor, das statistische Material, welches auf Grund des Circular-Erlasses des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten vom 10. Februar 1881 von den Königlichen Regierungen über die vollendeten und abgerechneten preufsischen Staatsbauten aus dem Gebiete des Hochbaues fortlaufend eingereicht wird, auch ferner in gleicher Weise, wie es früher geschehen ist, jedoch nicht in zehnjährigen, sondern in fünfjährigen Zeitabschnitten zu veröffentlichen. Demgemäfs umfafst die mit nachstehender Tabelle beginnende Veröffentlichung die in den Jahren 1881 bis einschliefslich 1885 vollendeten und abgerechneten Hochbauten. Wenn in derselben auch Bauwerke erscheinen, deren Vollendung schon im Jahre 1880 oder noch früher erfolgt ist, so hat dies darin seinen Grund, dafs bei ihnen die Abrechnungsarbeiten bis zum Schlufs des Jahres 1880 noch nicht beendet waren, mithin diese Bauwerke in die frühere Statistik, welche mit dem Jahre 1880 abschliefst, nicht mehr hatten aufgenommen werden können.

I. Kirchen.

Die Tabelle I, Kirchen, umfafst 49 Bauanlagen, deren Gesammtausführungskosten 3 345 300 ℳ betragen. Von denselben sind:

Nr. 1 bis 6 Kirchen ohne Thurm,

Nr. 7 bis 45 Kirchen mit Thurm,

Nr. 46 bis 49 Kirchthürme.

Von den 45 Kirchen dienen 30 dem evangelischen, 15 dem katholischen Cultus.

Die Reihenfolge der einzelnen Bauwerke wird lediglich durch die Gröfse der bebauten Grundfläche bestimmt, jedoch mit der Mafsgabe, dafs bei jeder Gruppe zuerst die Kirchen mit Holzdecken und darauf diejenigen mit gewölbten Decken behandelt sind.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10			11	12			
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs	Bebaute Grundfläche	Höhe	Raum-Inhalt	Anzahl der Plätze			Anschlags-summe	Kosten der Ausführung			
										im ganzen	davon			im ganzen	für d.		
			von	bis							im Schiff	auf den Emporen			qm	cbm	Platz
							qm	m	cbm				ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ
	A. Kirchen																
	a) Kirchen mit																
1	Evangelische Kirche in **Wyrow**	Stettin	83	83	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. v. Weizmann (*Greifenhagen*)		129,0	6,0	774,0	140	116	24	**10330**	**10197**	79,0	13,2	72,5
2	Katholische Kirche in **Lebna**	Erfurt	81	83	entw. v. Lünzner, ausgef. v. Bädeker u. Beisner (*Heiligenstadt*)		165,1	—	1242,9	280 *davon Sitzpl.* 90	—	—	**24200**	**23937**	145,0	19,3	85,5
	Schiff u. Apsis						154,0	7,8	1201,2								
	Sacristei						11,1	3,76	41,7								
3	**Penchowo**	Bromberg	80	82	entw. im Minist. d. öffentl. Arb., ausgef. v. Kundzel (*Inowraclaw*)		224,5	—	1670,9	418 *davon Sitzpl.* 180	— 100	— 80	**25924**	**24852**	110,7	14,9	59,5
	Schiff						176,3	7,7	1357,5								
	Apsis						20,3	7,5	152,3								
	Sacristei						6,5	2,9	24,7								
	Thurmansatz						6,1	9,6	60,7								
	2 Anschlufsbauten						11,3	5,9	66,7								
4	**Kendscherschin** Erweiterungsbau	"	81	83	entw. bei der Regierung, ausgef. v. Herschenz (*Gnesen*)		276,2	—	1645,3	360 *davon Sitzpl.* 170	— 170	— —	**34000**	**31367**	113,6	19,1	87,1
	Schiff, Apsis usw.						261,0	6,1	1592,1								
	2 Vorhallen						15,2	3,5	53,2								
	b) Kirchen mit																
5	**Burgsteinfurt** Erweiterungsbau	Münster	84	85	Herborn (*Rheine*)		521,1	9,35	4872,3	500 *davon Sitzpl.* 400	— 400	— —	**66000**	**65965**	126,1	13,5	131,4
6	**Neusalz a. O.** Erweiterungsbau	Liegnitz	79	82	Weinert (*Grünberg*)		—	—	—	—	—	—	**59600**	**52722**	—	—	—
	a) Kirche						546,2	—	6016,8	640 *davon Sitzpl.* 412	— 412	— —	—	50436	92,3	8,4	78,8
	Querschiff						494,8	11,4	5640,5								
	Apsis						19,9	9,4	187,1								
	Treppenhaus						15,3	8,6	131,6								
	2 Vorhallen						13,7	3,6	49,3								
	Vorhalle						2,5	3,3	8,3								
	b) Nebenanl.						—	—	—	—	—	—	—	2286	—	—	—
	B. Kirchen																
	a) Kirchen mit																
7	Evangelische Kirche in **Wedell**	Frankfurt a. O.	81	82	entw. im Minist. d. geistl. Ang., ausgef. v. Ruttkowski (*Königsberg N/M.*)		—	—	—	—	—	—	**24660**	**23070**	—	—	—
	a) Kirche						143,9	—	1048,8	122	92	30	—	22160	154,0	21,1	181,6
	Schiff u. Apsis						130,6	6,8	888,1								
	Thurm						10,9	13,8	150,4								
	2 Treppenhausanbauten						2,4	4,3	10,3								
	b) Umwehrungsm. mit eis. Thor u. Pforte						—	—	—	—	—	—	—	910	—	—	—

13			14	15			16							17
Kostenbeträge für die			Höhe des Thurmes bis zum Knopf	Flächeninhalt			Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen.
Bauleitung	innere Ausstattung	Hand- und Spanndienste		des Schiffes	der Emporen	der Altarnische	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Thurmspitzen	Decken	Fufsböden	
ℳ	ℳ	ℳ	m	qm	qm	qm								
ohne Thurm.														
Holzdecken.														
—	660	1063	—	90,0	26,0	—	Feldstein	Ziegel	Rohbau	Ziegel-Kronendach	—	gerade Balkendecke	Fliesen, bezw. Ziegel	Innere Ausstattung: 400 ℳ für die Bänke, 170 ℳ für die Kanzel, 60 ℳ für den Altar, 30 ℳ für den Taufstein.
628 (2,6%)	rund 2450	4182	—	88,5	32,5	23,5	Bruchst.	Bruchst. mit Werkstein-Verkleidung	Quaderbau	glasirte Ziegel	deutscher Schiefer auf Schalung	schräge Holzdecke, Apsis gewölbt	Sandsteinplatten, unter den Sitzen Dielung	Giebelthürmchen. Innere Ausstattung: 500 ℳ rund für die Bänke, 1190 ℳ für den Hochaltar, 430 ℳ für 1 Nebenaltar, 250 ℳ für die Kanzel, 80 ℳ für 1 Beichtstuhl.
2550 (10,3%)	rund 3500	3209	—	149,8	40,0	15,0	Feldstein	Ziegel	Rohbau mit Formst.	Ziegel-Kronendach	—	"	flachseitiges Ziegelpflaster	Gothischer Stil. Innere Ausstattung rund: 2150 ℳ für die Orgel, 660 ℳ für die Bänke, 150 ℳ für den Hochaltar, 240 ℳ für 2 Nebenaltäre, 300 ℳ für die Kanzel.
2880 (9,2%)	rund 1750	4900	—	164,4	—	25,0	"	"	Putzbau	"	Eisenblech	Balkendecke	Sandsteinplatten	Renaissance. Dachreiter zur Aufnahme der Glocken. 246 ℳ für den eis. Glockenstuhl. Innere Ausstattung rund: 400 ℳ für den Hochaltar, 350 ℳ für 2 Nebenaltäre, 42 ℳ für die Brüstung, 503 ℳ für die Bänke, 350 ℳ für die Kanzel, 105 ℳ für 1 Beichtstuhl.
gewölbten Decken.														
5731 (8,7%)	9734	—	33,8 (*Dachreiter*)	308,3	—	70,5	Bruchst.	"	Putzbau, Gesimse, Fenstergew. u. Mafswerk Sandstein	Dachpfannen mit Schieferfries	deutscher Schiefer auf Schalung	Kreuzgewölbe	Sollinger Platten	Dachreiter zur Aufnahme der Glocken.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
6952 (13,6%)	—	—	—	419,8	—	13,4	Feldstein	Ziegel	Putzbau	Ziegel-Kronendach	—	Kuppel- und Kreuzgewölbe	Marmorplatten, unter den Sitzen Ziegelpflaster	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Einebnung, Pflasterung und Gartenanlagen.
mit Thurm.														
Holzdecken.														
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1697 (7,6%)	2770	1300	27,0	90,6	26,5	12,2	Feldstein	Ziegel	Rohbau mit Formst.	Ziegel-Kronendach	deutscher Schiefer auf Schalung	gerade Balkendecke, Apsis gew.	flachseit. Ziegelpfl., Altarnische Thonfliesen	Gothischer Stil. Innere Ausstattung: 188 ℳ für die Kanzel, 181 ℳ für den Altar mit Kreuz.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10			11	12			
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß	Bebaute Grundfläche	Höhe	Raum-Inhalt	Anzahl der Plätze			Anschlags-summe	Kosten der Ausführung			
										im ganzen	davon			im ganzen	für d.		
			von	bis							im Schiff	auf den Emporen			qm	cbm	Platz
							qm	m	cbm				ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ
8	Evangelische Kirche in **Reschl** *Schiff u. Apsis* *Thurm* *Treppenthurm* *Sacristei*	Stettin	84	84	entw. im Minist. d. öffentl. Arb., ausgef. v. Holtgreve (*Naugard*)		145,8 125,1 12,5 3,6 4,6	— 6,7 14,0 5,3 8,4	1047,9 838,2 175,0 19,1 15,6	142	100	42	**20000**	**17583**	120,8	16,7	123,8
9	**Cöpernitz** *Schiff u. Apsis* *Thurm* *Treppenhaus-anbau* *Sacristei*	Magdeburg	82	83	entw. im Minist. d. öffentl. Arb., ausgef. v. Grofs, bezw. Kluge (*Genthin*)		160,0 131,8 14,4 3,8 10,0	— 6,45 14,4 3,9 2,6	1098,3 850,1 207,4 14,8 26,0	152	122	30	**29017**	**26355**	164,7	24,0	173,4
10	**Calenberge** *Schiff* *Apsis* *Thurm* *Sacristei*	"	80	83	Grofs (*Magdeburg*)		169,9 127,5 20,2 14,4 7,8	— 7,4 6,8 15,7 2,8	1328,8 943,5 137,4 226,1 21,8	170	140	30	**38100**	**36313**	213,7	27,3	213,6
11	**Carith** *Schiff u. Apsis* *Thurm* *Vorhalle* *Sacristei*	"	83	84	entw. im Minist. d. öffentl. Arb., ausgef. v. Grofs, bezw. Reitsch (*Magdeburg*)		171,0 138,5 10,9 11,1 10,5	— 7,3 14,7 5,4 3,3	1265,9 1011,1 160,2 59,9 34,7	163	130	33	**35100**	**34126**	199,6	27,0	209,3
12	**Gofswitz** *Schiff* *Apsis* *Thurm*	Erfurt	77	82	entw. v. Bötel, ausgef. v. Böske (*Ranis*)		186,6 144,3 22,1 20,2	— 7,3 6,6 21,7	1637,6 1053,4 145,9 438,3	274	190	84	rund **43500**	**59547**	319,1	36,4	217,3
13	**Döcklitz** *Schiff* *Apsis* *Thurm* *Vorhalle*	Merseburg	81	83	Göbel (*Eisleben*)		198,9 150,0 15,8 25,0 8,1	— 9,25 8,5 18,2 4,6	2014,1 1387,5 134,3 455,0 37,3	221	151	70	**30228**	**26570**	133,6	13,2	120,2
14	**Damelang**	Potsdam	81	82	Köhler (*Brandenburg*)		—	—	—	—	—	—	**39630**	**35806**	—	—	—
	a) Kirche *Schiff u. Apsis* *Thurm* *2 Treppenhaus-anbauten* *Sacristei*						203,9 161,6 16,0 15,1 11,2	— 6,78 19,92 4,3 3,3	1516,2 1095,6 318,7 64,9 37,0	213	180	33	35601	31958	156,7	21,1	150,0
	b) Umwehrungsmauer						—	—	—	—	—	—	4029	3848	—	—	—
15	Kath. Kirche in **Rokitsch** Erweiterungsbau *Schiff* *Thurm* *Treppenhaus-anbau* *Vorhalle*	Oppeln	82	82	Staudinger (*Cosel*)		210,8 187,6 13,8 6,7 2,7	— 8,5 19,1 5,0 3,1	1900,1 1594,6 263,6 33,5 8,4	614 *davon Sitzpl.* 207	— 144	— 68	**30572**	**28694**	136,1	15,1	46,7
16	Evangelische Kirche in **Daarz** *Schiff u. Apsis* *Thurm* *2 Treppenhaus-anbauten* *Sacristei*	Stettin	84	85	entw. im Minist. d. öffentl. Arb., ausgef. v. Holtgreve (*Naugard*)		215,1 181,8 16,0 10,6 6,7	— 7,64 17,0 4,5 3,4	1731,5 1389,0 272,0 47,7 22,8	256	210	46	**30300**	**26942**	125,3	15,6	105,2

13			14	15			16							17
Kostenbeträge für die			Höhe des Thurmes bis zum Knopf	Flächeninhalt			Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen.
Bauleitung	innere Ausstattung	Hand- und Spanndienste		des Schiffes	der Emporen	der Altarnische	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Thurmspitzen	Decken	Fufsböden	
M	*M*	*M*	m	qm	qm	qm								
1071 (6,1 %)	rund 820	3348	24,8	93,1	—	9,7	Feldstein	Ziegel	Rohbau	Ziegel-Kronen-dach	englischer Schiefer auf Schalung	schräge Holz-decke, Apsis gewölbt	flachseit. Ziegel-pflaster	Innere Ausstattung rund: 500 *M* für die Bänke, 215 *M* für die Kanzel, 105 *M* für den Altar.
2795 (10,6 %)	4746	3829	23,8	86,0	21,5	11,3	„	Feldst., Thurm im oberen Theil Ziegel	Rohbau, Architek-turtheile Ziegel	deutscher Schiefer auf Schalung	deutscher Schiefer auf Schalung	„	„	Innere Ausstattung: 450 *M* für die Kanzel, 180 *M* für den Altar, 90 *M* für den Taufstein, 870 *M* für die Bänke, 2156 *M* für die Orgel, 1000 *M* für die Thurmuhr.
3176 (8,7 %)	5088	3670	27,6	95,2	27,2	12,0	Bruchst.	Bruchst.	Rohbau, Gesimse Haustein, Fenster-gewände Formst.	Scha-blonen-Schiefer auf Schalung	Scha-blonen-schiefer auf Schalung	gerade Balken-decke geputzt, Apsis gewölbt	Thon-fliesen, unter den Sitzen Dielung	Innere Ausstattung: 405 *M* für die Kanzel, 189 *M* für den Altar, 1000 *M* rund für die Bänke.
3406 (10,0 %)	2954	4450	26,0	93,5	rund 20,0	9,8	„	„	Rohbau, Architek-turtheile Haustein	englischer Schiefer auf Schalung	englischer Schiefer auf Schalung	gerade Holzdecke, Apsis gewölbt	flachseit. Ziegel-pflaster, Apsis Plat-ten, unter den Sitzen Dielung	Innere Ausstattung: 450 *M* für die Kanzel, 180 *M* für den Altar, 830 *M* rund für die Bänke,
2920 (4,9 %)	5536 (*aus-schl. der Bänke*)	11758	38,2	110,6	61,8	13,1	„	Bruchst. mit Werk-steinver-kleidung	Werk-stein-rohbau	deutscher Scha-blonen-schiefer auf Schal.	deutscher Scha-blonen-schiefer auf Schal.	schräge Holzdecke, Apsis u. Thurm-halle gew.	Sandstein-Fliesen, unter den Sitzen Dielung	Die Überschreitung rührt daher, dafs ursprünglich nur ein Glockenthurmchen veranschlagt war. Innere Ausstattung: 420 *M* für die Kanzel, 222 *M* für den Altar, 250 *M* für den Taufstein, 2700 *M* für die Orgel, 1004 *M* für 2 Glocken, 940 *M* für die Thurmuhr.
—	1010	3426	33,0	119,3	64,2	10,4	„	Bruchst.	Rohbau, Gesimse Haustein, Fenster-gewände Formst.	deutscher Schiefer auf Schalung	deutscher Schiefer auf Schalung	gerade Balken-decke, Apsis gewölbt	Cement-gufs	Innere Ausstattung: 175 *M* für die Kanzel, 835 *M* für die Bänke.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3209 (10,0 %)	rund 1000	7500	31,9	117,1	33,2	7,6	Feldst. u. Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Ver-blend- u. Formst.	Ziegel-Kronen-dach	Scha-blonen-schiefer auf Schalung	schräge Holzdecke, Apsis und Thurm-halle gew.	Fliesen unter den Sitzen hochkant. Ziegelpfl.	Innere Ausstattung: 240 *M* für die Kanzel, 35 *M* für den Altartisch, 725 *M* rund für die Bänke.
—	—	930	—	—	—	—	Ziegel	„	„	Ab-deckung v. Dachst.	—	—	—	
2644 (9,2 %)	2441	7350	27,1	162,6	55,0	—	Bruchst.	„	Putzbau	deutscher Scha-blonen-schiefer auf Schalung	Schuppen-schiefer	gerade Balken-decke, Thurm-halle gewölbt	Thon-platten, unter den Sitzen Dielung	Innere Ausstattung: 600 *M* für 2 Altäre, 300 *M* für 1 Beichtstuhl, 1086 *M* für die Bänke, 455 *M* für Glocken,
1066 (4,0 %)	rund 1080	5116	27,0	139,3	31,0	13,6	Feldstein	„	Rohbau	Ziegel-Kronen-dach	englischer Schiefer auf Schalung	gerade Balken-decke, Apsis und Thurm-halle gew.	„	Innere Ausstattung: 210 *M* für die Kanzel, 125 *M* für den Altar, 745 *M* rund für die Bänke.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10			11	12			
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs	Bebaute Grundfläche	Höhe	Raum-Inhalt	Anzahl der Plätze			Anschlags-summe	Kosten der Ausführung			
										im ganzen	davon			im ganzen	für d.		
			von	bis							im Schiff	auf den Emporen			qm	cbm	Platz
							qm	m	cbm				ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ
17	Evang. Kirche in **Bückwitz**	Potsdam	79	80	Brunner (*Neu-Ruppin*)		—	—	—	—	—	—	**37600**	**38119**	—	—	—
	a) Kirche						219,7	—	1627,3	274	212	62	37600	37617	171,2	23,1	137,3
	Schiff u. Apsis						169,4	7,0	1185,8								
	Thurm						18,9	16,0	302,4								
	2 Treppenhausanbauten						17,4	5,5	95,7								
	Sacristei und Bahrenkammer						14,0	3,1	43,4								
	b) Nebenanl.						—	—	—	—	—	—	—	502	—	—	—
18	**Ganserin**	Stettin	81	81	Steinbrück (*Cammin*)		246,0	—	2147,2	335	260	75	**33000**	**29792**	121,1	13,9	88,9
	Schiff u. Apsis						216,7	8,2	1776,9								
	Thurm						16,0	19,4	310,4								
	Treppenhausanbau						5,8	5,8	33,6								
	Sacristei						7,5	3,5	26,3								
19	**Arendsee**	Magdeburg	81	83	Gerthoff (*Osterburg*)		250,7	—	2028,5	326	278	48	**26525**	**22803**	91,0	11,2	69,9
	Schiff						214,6	7,5	1609,5								
	Apsis						15,8	5,7	90,1								
	Thurm						20,3	16,2	328,9								
20	**Gonna**	Merseburg	83	85	entw. von Steinbrück, ausgef. von Schröder (*Sangerhausen*)		287,0	—	2593,5	300	260	40	**42460**	**47252**	164,6	18,2	157,5
	Schiff u. Apsis						238,2	8,2	1953,2								
	Thurm						24,1	20,8	501,3								
	2 Treppenhausanbauten						14,9	6,6	98,3								
	Sacristei						9,8	4,15	40,7								
21	**Beschine**	Breslau	84	85	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Lünzner (*Wohlau*)		294,9	—	2391,0	335	300	35	**51000**	**52747**	178,9	22,1	157,5
	Schiff						236,2	7,7	1818,7								
	Apsis						20,8	5,7	118,6								
	Thurm						20,3	19,1	387,7								
	Treppenhausanbau						5,6	6,0	33,6								
	Sacristei						12,0	2,7	32,4								
22	**Hoff**	Stettin	79	81	entw. von Endell, ausgef. von Schlepps (*Greifenberg*)		303,3	—	2623,0	500	300	200	**47139**	**39280**	129,5	15,0	78,6
	Schiff und Altarraum						228,2	8,7	1985,3								
	Apsis						9,3	6,8	63,2								
	Thurm						18,1	21,8	394,6								
	2 Treppenhausanbauten						11,7	5,3	62,0								
	Sacristei und Taufcapelle						36,0	3,3	118,8								
23	**Staats**	Magdeburg	80	82	entw. von Hess, ausgef. von Dittmar (*Gardelegen*)		303,6	—	2723,0	337	265	72	**40060**	**35126**	115,7	12,9	104,2
	Schiff u. Apsis						250,6	8,5	2130,1								
	Thurm						25,0	19,4	485,0								
	2 Treppenhausanbauten						10,8	4,9	52,9								
	Sacristei und Taufcapelle						17,2	3,2	55,0								
24	**Hertzberg**	Potsdam	82	83	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Deutschmann (*Beeskow*)		322,8	—	2652,0	390	264	126	**32415**	**33934**	105,1	12,8	87,0
	Schiff						237,9	7,2	1712,9								
	Thurm						47,4	16,1	763,1								
	2 Treppenhäuser						19,6	5,6	109,8								
	Sacristei und Raum für Kirchengeräthe						17,9	3,7	66,2								

13			14	15			16							17
Kostenbeträge für die			Höhe des Thurmes bis zum Knopf	Flächeninhalt			Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen.
Bauleitung ℳ	innere Ausstattung ℳ	Hand- und Spanndienste ℳ	m	des Schiffes qm	der Emporen qm	der Altarnische qm	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Thurmspitzen	Decken	Fufsböden	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3785 (10,1 %)	1410 (*ausschl. d. Altars und d. Bänke*)	3500	30,7	128,7	62,0	16,0	Feldstein	Ziegel	Rohbau mit Formsteinen	Ziegel-Kronendach	massiv aus Ziegeln	schräge Holzdecke, Apsis und Thurmhalle gewölbt	Ziegelpflaster	Gothischer Stil. Innere Ausstattung: 470 ℳ für die Kanzel, 466 ℳ für die Thurmuhr, 474 ℳ für die Glocken.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Nebenanlagen: 81 ℳ für Pflasterarbeiten, 421 ℳ für die Mauer an der Dorfstr.
2400 (8,1 %)	rund 2200	3407	31,0	172,6	36,0	12,2	Feldstein	Ziegel	Rohbau	Ziegel-Kronendach	massiv aus Ziegeln	schräge Holzdecke, Apsis und Thurmhalle gewölbt	Ziegelpflaster	Gothischer Stil. Innere Ausstattung: 450 ℳ für die Kanzel, 250 ℳ für den Altar, 1500 ℳ rund für die Bänke.
—	1847	1800	33,3	180,0	42,0	9,2	"	"	Rohbau mit Verblend- und Formsteinen	deutscher Schiefer auf Schalung	deutscher Schiefer auf Schalung	gerade Balkend., Apsis und Thurmhalle gew.	flachseit. Ziegelpflaster	Innere Ausstattung: 187 ℳ für die Kanzel, 400 ℳ für Taufstein, Kreuz usw. 1260 ℳ für die Bänke.
2050 (4,3 %)	5756	4060	35,4	177,0	40,3	15,1	Bruchst.	Werkstein	Quaderbau	deutscher Schablonenschiefer auf Schalung	deutscher Schablonenschiefer auf Schalung	halbkreisförmige Holzdecke, Apsis gewölbt	Platten, unter den Sitzen Dielung	Gothischer Stil. Innere Ausstattung: 620 ℳ für die Kanzel, 158 ℳ für den Altar, 1818 ℳ für die Bänke, 3160 ℳ für die Orgel.
3391 (6,4 %)	8470	8600	34,8	198,0	40,7	14,1	"	Ziegel	Rohbau mit Verblendsteinen	Ziegel-Kronendach, Anbauten mit deutschem Schiefer auf Schalung	deutscher Schiefer auf Schalung	schräge Holzdecke, Apsis und Thurmhalle gewölbt	Granitplatten, unter den Sitzen Ziegelpfl., Apsis schles. Marmor, Sacristei Terrazzo	Innere Ausstattung: 440 ℳ für die Kanzel, 170 ℳ für den Taufstein, 1740 ℳ für die Bänke, 5300 ℳ für die Orgel.
—	—	4164	30,5	169,3	96,4	27,6	"	"	Rohbau	deutscher Schiefer auf Schalung	"	"	—	—
1068 (3,0 %)	rund 7990	—	35,0	197,8	45,2	17,8	Feldstein	"	"	"	"	"	flachseit. Ziegelpflaster	Gothischer Stil. 670 ℳ für einen schmiedeeisernen Glockenstuhl f. 3 Glocken; Innere Ausstattung: 1500 ℳ rund für die Bänke, 3322 ℳ für die Orgel, 2500 ℳ für 2 Glocken, 600 ℳ für die Thurmuhr. Kanzel, Altar und Taufstein sind Schenkungen.
3054 (9,0 %)	2200	3915	37,7	149,0	76,4	33,9	"	Feldstein in den Ansichtsflächen bearbeitet, Eckbauten Giebel u. d. Thurm im ober. Theil Ziegel	Rohbau unter Verwendung von Formsteinen zu d. Architekturtheilen	Ziegel-Kronendach, Eckbauten deutscher Schiefer auf Schalung	"	schräge Holzdecke Anbauten u. Thurm gerade Balkendecken	Thonplatten, unter den Sitzen flachseit. Ziegelpflaster	Gothischer Stil. Die Kirche ist an Stelle der abgebrochenen alten Kirche unter Benutzung der vorhandenen Grundmauern und geringer Theile des aufgehenden Mauerwerks errichtet. Innere Ausstattung: 833 ℳ für die Kanzel, 63 ℳ für den Altar, 84 ℳ für den Taufstein, 1220 ℳ für die Bänke.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10			11	12			
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs	Bebaute Grundfläche	Höhe	Raum-Inhalt	Anzahl der Plätze			Anschlags-summe	Kosten der Ausführung			
										im ganzen	davon			im ganzen	für d.		
			von	bis			qm	m	cbm		im Schiff	auf den Emporen	ℳ	ℳ	qm ℳ	cbm ℳ	Platz ℳ
25	Katholische Kirche in **Gozdowo**	Posen	81	83	Backer (*Wreschen*)		348,6	—	3541,5	580	—	—	**64135**	**55497**	159,2	15,6	95,7
	Schiff u. Apsis						289,3	9,86	2852,5	*davon*							
	Thurm						25,0	21,6	540,0	*Sitzpl.*							
	Treppenhausanbau						7,5	6,7	50,3	270	162	108					
	Sacristei						16,8	3,5	58,8								
	Vorhalle						6,5	3,7	24,1								
	Vorbau a. Th.						3,5	4,5	15,8								
26	Evang. Kirche in **Warpuhnen**	Gumbinnen	80	82	entworfen von Kischke, ausgef. von Klopsch (*Sensburg*)		—	—	—	—	—	—	**63500**	**54362**	—	—	—
	a) Kirche						355,1	—	3092,6	656	504	152*	—	53035	149,4	17,1	80,8
	Schiff u. Apsis						313,2	8,4	2630,9								
	Thurm						19,5	19,6	382,6								
	2 Treppenhausanbauten						8,9	5,9	52,5								
	Sacristei						8,9	3,1	27,6								
	Vorhalle						5,6	3,4	19,0								
	b) Nebenanlagen						—	—	—	—	—	—	—	1327	—	—	—
27	**Hochkirch**	Liegnitz	79	81	entworfen im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Starke (*Görlitz*)		—	—	—	—	—	—	**58000**	**62435**	—	—	—
	a) Kirche						361,0	—	3280,2	406	258	148	—	62024	171,8	18,9	152,8
	Schiff u. Apsis						290,9	8,0	2342,4								
	Thurm						30,3	21,0	636,3								
	2 Treppenhausanbauten						14,4	6,9	99,4								
	Sacristei und Taufcapelle						24,9	4,0	99,6								
	Vorhalle						5,5	3,0	16,5								
	b) Nebenanlagen						—	—	—	—	—	—	—	411	—	—	—
28	**Claußen**	Gumbinnen	83	84	entworfen im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Dannenberg (*Lyck*)		400,8	—	4154,8	820	492	328	**70000**	**56603**	141,2	13,6	69,0
	Schiff u. Apsis						348,9	9,6	3349,4								
	Thurm						25,0	27,4	685,0								
	2 Treppenhausanbauten						11,6	5,5	63,8								
	Sacristei						15,3	3,7	56,6								
29	**Prieborn**	Breslau	80	81	entworfen im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Reuter (*Strehlen*)		409,2	—	4236,6	469	347	122	**57916**	**56744**	138,7	13,4	121,0
	Schiff u. Apsis						329,7	10,0	3297,0								
	Thurm						27,0	24,7	666,9								
	2 Treppenhausanbauten						12,5	7,1	88,8								
	Sacristei						31,5	5,0	157,5								
	2 Vorhallen						8,5	3,1	26,4								
30	Kath. Kirche in **Wudzyn**	Bromberg	82	83	Queisner (*Bromberg*)		425,6	—	4250,1	710	—	—	**61400**	**59057**	138,8	13,9	83,2
	Schiff u. Apsis						386,8	9,6	3713,3	*davon*							
	Thurm						25,0	19,0	475,0	*Sitzpl.*							
	Treppenthurm						2,4	9,6	23,0	288	216	72					
	Sacristei						11,4	3,4	38,8								
31	Evangelische Kirche in **Friedrichstadt-Magdeburg**	Magdeburg	80	82	Fritze (*Magdeburg*)		—	—	—	—	—	—	**79000**	**70563**	—	—	—
	a) Kirche						469,3	—	5092,1	550	466	84	71000	62478	133,1	12,3	113,6
	Schiff u. Apsis						393,0	10,35	4067,6								
	Thurm						33,6	24,7	829,9								
	2 Treppenhausanbauten						12,1	7,0	84,7								
	Sacristei und Taufcapelle						27,9	3,5	97,7								
	Thürvorbau						2,7	4,5	12,2								
	b) Künstliche Gründung						—	—	—	—	—	—	8000	8085	—	—	—

13			14	15			16							17
Kostenbeträge für die			Höhe des Thurmes bis zum Knopf	Flächeninhalt			Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen.
Bauleitung	innere Ausstattung	Hand- und Spanndienste		des Schiffes	der Emporen	der Altarnische	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Thurmspitzen	Decken	Fufsböden	
ℳ	ℳ	ℳ	m	qm	qm	qm								
3630 (6,5 %)	6160 *(ausschl. der Bänke)*	9346	37,0	212,1	44,0	30,4	Feldstein	Ziegel	Rohbau	englischer Schiefer auf Lattung	englischer Schiefer	schräge Holzdecke, Apsis, Thurmhalle und Sacristei gewölbt	Sandsteinplatten, unter den Sitzen Dielung	Gothischer Stil. Innere Ausstattung: 400 ℳ für die Kanzel, 1650 ℳ für den Hochaltar, 600 ℳ für 2 Seitenaltäre, 150 ℳ für 1 Beichtstuhl, 3360 ℳ für die Orgel.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2400 (4,5 %)	11103	—	34,0	252,0	138,6	12,6	Feldstein	Ziegel	Rohbau	Dachpfannen auf Schalung	Zinkblech auf Schalung	Schräge Holzdecke, Apsis und Thurmhalle gewölbt	Cementplatten, unter den Sitzen Ziegelpflaster	Innere Ausstattung: 1000 ℳ für die Kanzel, 257 ℳ für den Altar, 2358 ℳ für die Bänke, 3957 ℳ für die Orgel, 3531 ℳ für 3 Glocken.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Pflasterung, Umwehrung, Gartenanl.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
5205 (8,4 %)	6070 rund	5108	35,8	190,5	105,0	39,8	Bruchstein	Bruchstein, Ecken Quader	Rohbau, Architekturtheile Werkstein	Ziegelkronendach	englischer Schiefer	Schräge Holzdecke, Apsis und Thurmhalle gewölbt	Sandsteinplatten, unter den Sitzen Dielung	Romanischer Stil. Innere Ausstattung: 4670 ℳ für die Orgel, 1400 ℳ rund für die Bänke.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Pflasterung und Entwässerung.
925 (1,6 %)	rund 5755	13266	40,9	276,9	150,3	21,0	Feldstein	Ziegel	Rohbau	Dachpfannen auf Schalung	deutscher Schiefer auf Schalung	Schräge Holzdecke, Apsis und Thurmhalle gewölbt	Ziegelpflaster	Innere Ausstattung: 437 ℳ für die Kanzel, 231 ℳ für den Altar, 3237 ℳ für die Orgel, 1850 ℳ rund für die Bänke.
648 (1,2 %)	rund 7390	13916	40,0	228,2	80,2	33,3	Bruchstein	Bruchstein	Rohbau, Architekturtheile Ziegel, bezw. Formsteine	mährischer Schiefer auf Lattung	mährischer Schiefer auf Schalung	„	Marmorfliesen, unter den Sitzen Dielung	Innere Ausstattung: 300 ℳ für die Kanzel, 5090 ℳ für die Orgel, 2000 ℳ rund für die Bänke.
3023 (5,1 %)	rund 8750	9480	39,0	294,0	70,0	31,6	Feldstein	Ziegel	Rohbau mit Formsteinen	englischer Schiefer auf Schalung	massiv von Ziegeln	„	Thonfliesen, unter den Sitzen Dielung	Innere Ausstattung: 308 ℳ für die Kanzel, 3600 ℳ für 3 Altäre, 1300 ℳ rund für die Bänke, 162 ℳ für den Taufstein, 230 ℳ für 1 Beichtstuhl, 2500 ℳ für die Orgel, 650 ℳ für die Glocke.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Die Kirche ist mit Lüftung versehen.
5690 (9,1 %)	4078	—	46,0	308,4	66,8	29,8	Bruchstein	Ziegel	Rohbau mit Verblend-, Form- u. Glasursteinen	deutscher Schiefer auf Schalung	deutscher Schiefer auf Schalung	Schräge Holzdecke, Apsis und Thurmhalle gewölbt	Thonfliesen, unter den Sitzen Dielung	Innere Ausstattung: 768 ℳ für die Kanzel, 150 ℳ für den Altar, 3000 ℳ für die Bänke, 160 ℳ für den Taufstein. Aufserdem sind von der Gemeinde noch 9100 ℳ aufgewendet für neue Glocken, Gasleitung und Ausschmück. des Altars und der Kanzel.
—	—	—	—	—	—	—	Beton	—	—	—	—	—	—	

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10			11	12			
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß	Bebaute Grundfläche	Höhe	Rauminhalt	Anzahl der Plätze			Anschlagssumme	Kosten der Ausführung			
										im ganzen	davon			im ganzen	für d.		
			von	bis			qm	m	cbm		im Schiff	auf den Emporen	ℳ	ℳ	qm ℳ	cbm ℳ	Platz ℳ
32	Evangelische Kirche in **Grünheyde**	Gumbinnen	80	82	Sieber (*Insterburg*)		611,[illegible]	—	7670,0	1100	680	420	**82000**	**73432**	120,0	9,6	66,[illegible]
	Schiff u. Apsis						562,0	11,9	6449,8								
	Thurm						39,9	26,5	1057,4								
	2 Treppenhausanbauten						13,1	[illegible]	46,1								
	Sacristei						16,[illegible]	4,1	57,7								
33	Katholische Kirche in **Schwarzau**	Danzig	77	79	entw. v. Blaurock, ausgef. von Fromm (*Neustadt W. Pr.*)		627,4	—	7191,3	1180		—	**121000**	**113015**	180,1	15,7	95,[illegible]
	Schiff u. Apsis						558,7	11,5	6119,4	*davon*							
	Thurm						30,1	27,6	600,0	*Sitzpl.*							
	Sacristei						25,2	4,5	113,4	260	260	—					
	2 Vorhallen						13,1	2,5	32,8								
34	Evangelische Kirche in **Schönberg**	„	82	84	entw. im Minist. d. öffentl. Arbeiten, ausgef. von Beckershaus (*Carthaus*)		681,1	—	7434,6	1508	850	658	**106190**	**89016**	132,0	12,1	59,[illegible]
	Schiff u. Apsis z. Theil						578,3	10,9	6333,5								
	Apsis						15,7	9,5	149,2								
	Thurm						30,3	22,8	690,8								
	4 Treppenhausanbauten						25,0	6,6	165,0								
	Sacristei und Taufcapelle						20,2	4,4	88,9								
	2 Apsiden das.						5,9	3,4	20,1								
	2 Vorhallen „						5,7	3,0	7,1								
35	**Neu-Cüstrinchen**	Frankfurt a/O.	78	80	Ruttkowski (*Königsberg N/M.*)		751,7	—	8089,5	1370	930	440	**127000**	**99500**	132,4	12,3	72,6
	Schiff u. Apsis						683,1	10,5	7172,6								
	Thurm						27,7	23,6	651,0								
	4 Treppenhausanbauten						40,9	6,5	265,9								
36	Katholische Kirche in **Köppernig**	Oppeln	81	82	Rosener (*Neiße*)		—	—	—	—	—	—	**97000**	**100199**	—	—	—
	a) Kirche						803,5	—	8452,8	1500	—		97000	97097	120,8	11,5	64,7
	Schiff u. Apsis						694,1	10,5	7288,1	*davon*							
	Thurm						33,6	19,0	640,0	*Sitzpl.*							
	Treppenhausanbau						7,5	6,5	48,8	838	662	176					
	Sacristei und Taufcapelle						45,2	3,8	171,6								
	2 Vorhall. das.						10,[illegible]	5,1	54,1								
	2 Vorhallen am Schiff						12,[illegible]	[illegible]	[illegible]								
	b) Nebenanlagen						—	—	—	—	—	—	—	3102	—	—	—
37	**Falkowitz**	„	78	81	entw. im Minist. d. öff. Arb., ausgef. von Roseck (*Carlsruhe*)		—	—	—	—	—	—	**170630**	**155096**	—	—	—
	a) Kirche						1125,4	—	16111,5	1730	—	—	—	149700	133,0	9,3	86,5
	Schiff						965,8	14,5	13951,0	*davon*							
	Apsis						54,0	9,5	513,0	*Sitzpl.*							
	Sacristei usw.						30,9	4,8	148,3	770	[illegible]	[illegible]					
	Thurm						42,4	29,5	1250,8								
	2 Treppenhausanbauten						19,4	13,5	261,9								
	3 Vorhallen						11,[illegible]	[illegible]	64,[illegible]								
	b) Nebenanlagen						—	—	—	—	—	—	—	5395	—	—	

13			14	15			16							17
Kostenbeträge für die			Höhe des Thurmes bis zum Knopf	Flächeninhalt			Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen.
Bauleitung	innere Ausstattung	Hand- und Spanndienste		des Schiffes	der Emporen	der Altarnische	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Thurmspitzen	Decken	Fufsböden	
ℳ	ℳ	ℳ	m	qm	qm	qm								
1440 (4,3 %)	rund 3160	10053	46,5	426,1	236,3	23,7	Feldstein	Ziegel	Rohbau	Dachpfannen auf Schalung, Sacristei und Treppenhausanb. englischer Schiefer	englischer Schiefer auf Schalung	gerade Balkendecke, der mittlere Theil höher gelegen, Thurmhalle gewölbt	Ziegelpflaster	Innere Ausstattung: 250 ℳ für die Kanzel, 110 ℳ für den Altar, 2800 ℳ rund für die Bänke. Orgel und Glocken hat die Gemeinde auf ihre Kosten beschafft.
5505 (4,9 %)	9536	19251	42,7	407,5	76,5	59,1	"	"	"	englischer Schiefer auf Schalung	"	schräge Holzdecke, Apsis, Thurmhalle und Vorhallen gewölbt	Kunststeinfliesen, unter den Sitzen Dielung	Gothischer Stil. Innere Ausstattung: 360 ℳ für die Kanzel, 2000 ℳ für den Hochaltar, 1500 ℳ für 2 Seitenaltäre, 214 ℳ für 1 Beichtstuhl, 100 ℳ für den Taufstein, 3737 ℳ für die Orgel, 1625 ℳ für die Bänke.
6646 (7,4 %)	rund 5060	19197	43,5	476,3	305,7	31,1	"	"	"	Falzziegel, Anbauten englischer Schiefer	Schablonenschiefer	schräge Holzdecke, Apsis und Thurmhalle gewölbt	Sandsteinfliesen, unter den Sitzen Dielung	Innere Ausstattung: 360 ℳ für die Kanzel, 200 ℳ für den Altar, 4500 ℳ rund für die Bänke.
4408 (4,4 %)	—	21500	42,5	568,0	249,6	14,1	"	"	"	Ziegel-Kronendach	deutscher Schiefer auf Schalung	"	—	Romanischer Stil.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Gothischer Stil.
6782 (7,0 %)	rund 17800	10528	42,7	551,6	98,0	58,5	Bruchstein	Ziegel	Rohbau mit Formsteinen, Mafswerk Sandstein	deutscher Schiefer auf Lattung	deutscher Schiefer auf Schalung	schräge Holzdecke, Apsis und Thurmhalle gewölbt	Marmorfliesen, unter den Sitzen Dielung	Innere Ausstattung: 840 ℳ für die Kanzel, 3500 ℳ für den Hochaltar, 1200 ℳ für 2 Seitenaltäre, 2500 ℳ rund für die Bänke, 500 ℳ für Beichtstühle, 493 ℳ für Taufstein usw., 8400 ℳ für die Orgel, 367 ℳ für Herrichtung der Glocken.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Freitreppe z. Kirchplatz und Futtermauer.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2880 (1,9 %)	11835 (*ausschl. der Bänke*)	32469	51,0	791,3	92,8	36,0	Bruchstein	Ziegel	Rohbau mit Verblend- und Formsteinen	englischer Schiefer auf Lattung	massiv von Ziegeln	schräge Holzdecke, Apsis und Thurmhalle gewölbt	Granitplatten, unter den Sitzen Dielung	Innere Ausstattung: 840 ℳ für die Kanzel, 1450 ℳ für den Hochaltar, 800 ℳ für 2 Nebenaltäre, 510 ℳ für Taufstein u. Beichtstühle, 7325 ℳ für die Orgel, 910 ℳ für 2 Glocken.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Pflasterung, Umwehrung und Entwässerung.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10			11	12			
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs	Bebaute Grundfläche	Höhe	Raum-Inhalt	Anzahl der Plätze			Anschlags-summe	Kosten der Ausführung			
										im ganzen	davon			im ganzen	für d.		
			von	bis							im Schiff	auf den Emporen			qm	cbm	Platz
							qm	m	cbm				ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ
													b) Kirchen mit				
38	Evangelische Kirche in **Lebendorf**	Merseburg	79	81	entw. v. Haase, ausgef. v. Kilburger (*Halle a/S.*)		287,1	—	2800,0	332	278	54	39830	41051	142,9	14,7	127,5
	Schiff u. Apsis						244,5	8,5	2078,3								
	Thurm						36,6	18,8	688,1								
	Treppenhausanbau						6,0	5,6	33,6								
39	**Schönwald**	Oppeln	81	83	entw. im Minist. d. öffentl. Arb., ausgef. v. Gamper, bezw. von v. Lukowski (*Kreuzburg O/S.*)		—	—	—	—	—	—	73930	68536	—	—	—
	a) Kirche						323,3	—	3171,8	400	300	100	—	67406	208,5	21,3	168,5
	Schiff						295,3	9,8	2896,9								
	Apsis						26,8	8,6	230,5								
	Thurm						24,2	20,5	496,1								
	Treppenhausanbau						3,5	6,2	21,7								
	Sacristei						22,4	2,8	62,7								
	Vorhalle						11,1	4,9	54,4								
	b) Nebenanl.						—	—	—	—	—	—	—	—	1130	—	—
40	**Wleck**	Stralsund	81	83	entw. im Minist. d. öffentl. Arb., ausgef. v. Hofmann (*Greifswald*)		—	—	—	—	—	—	90000	75202	—	—	—
	a) Kirche						461,7	—	5191,9	605	435	170	—	74312	161,0	14,3	122,8
	Schiff						389,7	11,4	3872,6								
	Apsis						44,6	10,2	454,9								
	Thurm						25,0	25,1	627,5								
	2 Treppenhausanbauten						19,8	6,2	122,8								
	Sacristei und Taufcapelle						32,6	3,5	114,1								
	b) Nebenanl.						—	—	—	—	—	—	—	890	—	—	—
41	Kath. Kirche in **Walsum**	Düsseldorf	80	84	entw. v. Wiethase, ausgef. v. Niedieck (*Essen*) bezw. v. Mertens (*Wesel*)		—	—	—	—	—	—	118350	119470	—	—	—
	a) Kirche						616,4	—	7510,6	438	—	—	—	116965	189,8	15,6	267,0
	Mittel- u. Querschiff nebst Apsis						364,2	13,55	4904,9								
	2 Seitenschiffe						173,8	6,6	1153,7								
	Thurm						43,3	28,0	1212,4								
	Treppenthurm						2,1	16,5	34,7								
	Sacristei						33,0	5,3	174,9								
	b) Nebenanl.						—	—	—	—	—	—	—	2505	—	—	—
42	**Ofsig**	Breslau	78	81	Gandtner (*Schweidnitz*)		633,9	—	7130,2	970	—	—	111512	93400	147,3	13,1	96,2
	Schiffe u. Apsis						517,3	11,0	5690,3	*davon Sitzpl.* 582	372	160					
	Thurm						38,6	27,2	1055,4								
	2 Treppenhausanbauten						26,4	6,1	161,0								
	2 Anbauten (Sacrist. usw.)						43,3	4,6	199,2								
	2 Vorhallen						8,1	3,0	21,3								
43	**Hoch-Stüblau**	Danzig	78	80	Linker (*Pr. Stargard*)		662,3	—	8104,4	1430	—	—	182000	164777	248,8	20,3	115,2
	Schiffe u. Apsis						577,4	11,95	6899,9	*davon Sitzpl.* 906	906	—					
	Thurm						31,4	31,3	982,8								
	Treppenthurm						4,5	6,8	30,6								
	Sacristei, Taufcapelle u. Vorhalle						49,0	3,9	191,1								
44	Evang. Kirche in **Steglitz**	Potsdam	76	80	Gette (*Potsdam*)		903,2	—	14045,8	1012	694	318	270830	307860	340,9	21,9	304,2
	Schiff und ein Theil d. Apsis						695,2	16,0	11123,2								
	Apsis						47,5	14,6	693,5								
	Thurm						38,8	33,3	1253,2								
	2 Treppenhausanbauten						15,4	13,0	200,2								
	Sacristei und Taufcapelle						77,7	5,5	427,4								
	3 Vorhallen						28,6	5,5	157,3								
	Keller unter d. Altarraum						(76,3)	2,5	190,8								

13			14	15			16							17
Kostenbeträge für die			Höhe des Thurmes bis zum Knopf	Flächeninhalt			Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen.
Bauleitung	innere Ausstattung	Hand- und Spanndienste		des Schiffes	der Emporen	der Altarnische	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Thurmspitzen	Decken	Fufsböden	
ℳ	ℳ	ℳ	m	qm	qm	qm								
gewölbten Decken.														
2879 (7,0%)	2850	—	33,3	159,6	35,8	31,9	Bruchst.	Bruchst.	Rohbau, Architekturtheile Werkstein	deutscher Schablonenschief. auf Lattung	deutscher Schablonenschiefer auf Schal.	Kreuzgewölbe	Thonfliesen, unter den Sitzen Dielung	Gothischer Stil. Innere Ausstattung: 300 ℳ für die Kanzel, 360 ℳ für den Altar.
5925 (6,6%)	7180	16450	38,0	191,5	49,2	18,8	Bruchst.	Ziegel	Rohbau mit Formst.	Ziegel-Kronendach	englischer Schiefer auf Schalung	Kreuzgewölbe, Sacristei u. Vorhalle Balkend.	Marmorfliesen, unter den Sitzen Ziegelpflaster	Gothischer Stil. Innere Ausstattung: 440 ℳ für die Kanzel, 275 ℳ für den Altar, 1230 ℳ für die Bänke, 110 ℳ für den Taufstein, 4795 ℳ für die Orgel, 330 ℳ f. Wiederherstell. d. Thurmuhr.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Pflasterung, Umwehrung, Gartenanlagen und Entwässerung.
4917 (6,6%)	10542	—	45,0	291,8	—	29,0	Feldstein	Ziegel	Rohbau mit Verblendst.	deutscher Schiefer auf Schalung	deutscher Schiefer auf Schalung	Kreuzgewölbe, Sacristei und Taufcapelle Balkendecken	Fliesen, unter den Sitzen Ziegelpflaster	Rundbogenstil. Innere Ausstattung: 750 ℳ für die Kanzel, 360 ℳ für den Altar, 4396 ℳ für die Orgel, 750 ℳ für die Thurmuhr.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Einebnung, Pflasterung und Brunnen.
8365 (7,2%)	12492	—	46,5	370,2	—	64,0	Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Verblendst., Architekturtheile Sandstein	deutscher Schiefer auf Schal.	deutscher Schiefer auf Schalung	Kreuz- u. Sterngewölbe	Thonplatten, unter den Sitzen Dielung	Gothische Basilika. Innere Ausstattung: 1163 ℳ für die Kanzel, 2750 ℳ für den Hochaltar, 270 ℳ für den Taufstein, 223 ℳ für 1 Beichtstuhl, 880 ℳ für die Thurmuhr.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Umwehrung und Pflasterung.
9810 (10,5%)	rund 3700	16512	45,0	400,4	81,5	40,4	Bruchst.	Ziegel	Rohbau	Ziegel-Kronendach	franz. Schiefer auf Schalung	Kreuzgewölbe	—	Gothische Hallenkirche. Innere Ausstattung: 300 ℳ für die Kanzel, 1200 ℳ für den Hochaltar, 400 ℳ für 2 Beichtstühle, 1800 ℳ rund für die Bänke.
7850 (4,7%)	6670	22760	51,9	448,0	34,0	56,6	Feldstein	"	Rohbau mit Formst.	Schablonenschiefer auf Schalung	Schablonenschiefer auf Schalung	Kreuz- und Sterngewölbe	Thonfliesen, unter den Sitzen Dielung	Gothische Hallenkirche. Innere Ausstattung: 1240 ℳ für die Kanzel, 1830 ℳ für den Hochaltar, 1650 ℳ für 2 Nebenaltäre, 550 ℳ für 2 Beichtstühle, 1400 ℳ für die Bänke.
18720 (6,1%)	rund 12660	—	65,0	560,0	280,0	63,0	"	"	Rohbau mit Verblend- u. Formst.	Ziegel-Doppeldach	massiv, von Ziegeln	Sterngewölbe	"	Gothischer Stil. Innere Ausstattung: 1200 ℳ für die Kanzel, 870 ℳ für den Altar, 5500 ℳ rund für die Bänke, 3390 ℳ für 3 Glocken, 1700 ℳ f. d. Thurmuhr. Orgel, Altarfenster, Taufst. usw. sind Geschenke. Die Heizung (Canalheizung und Luftheizung mit Umlauf) hat 12938 ℳ im ganzen, 172 ℳ für 100 cbm beheizten Raum gekostet.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10			11	12			
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß	Bebaute Grundfläche	Höhe	Raum-Inhalt	Anzahl der Plätze			Anschlags-summe	Kosten der Ausführung			
			von	bis						im ganzen	davon im Schiff	davon auf den Emporen		im ganzen	für d. qm	für d. cbm	für d. Platz
							qm	m	cbm				ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ
45	Katholische St. Nicolai-Kirche in **Breslau**	Breslau	71	83	entw. im Min. d. öffentl. Arb., ausgef. von Knorr (*Breslau*)		1071,2	—	15364,8	2200 *davon Sitzpl.* 1513	1513	—	**462000**	**423920**	395,7	27,6	192,7
	Schiffe u. Apsis						964,8	14,0	13367,2								
	Thurm						39,0	34,9	1361,1								
	Treppenthurm						7,6	10,0	76,0								
	Sacristei und Treppenthurm						46,2	10,4	480,5								
	Verbindungsgang						15,0	3,6	54,0								
	Vorhalle						9,5	3,0	28,5								
															C. Kirch-		
46	Thurm der evang. Kirche in **Gülzow**	Stettin	82	82	Steinbrück (*Cammin*)		38,3	—	802,4	—	—	—	**21500**	**20002**	522,2	24,9	—
	unterer Theil						36,0	10,0	360,0								
	oberer Theil						(30,4)	14,1	428,6								
	Treppenthurm						2,3	6,0	13,8								
47	**Bausenhagen**	Arnsberg	84	84	Westphal (*Soest*)		51,4	—	809,8	—	—	—	**20138**	**19017**	370,0	23,5	—
	Thurm						47,6	16,3	775,9								
	Treppenthurm						2,6	11,7	30,4								
	Vorraum						1,2	2,9	3,5								
48	Thurm der kathol. Stadt-Pfarr-Kirche in **Naumburg a/Q.**	Liegnitz	79	80	Schiller (*Bunzlau*)		75,1	—	2134,2	—	—	—	**49000**	**54944**	731,0	25,7	—
	E						75,1	6,9	518,2								
	I, II und III						(64,5)	18,6	1125,3								
	IV						(49,0)	6,3	308,7								
	V und VI						(24,6)	7,4	182,0								
49	Thürme der St. Servatii Schlofs-Kirche in **Quedlinburg**	Magdeburg	77	82	Schlitte (*Quedlinburg*)		89,8	—	3210,4	—	—	—	**87840**	**87873**	978,5	27,4	—
	Südthurm						44,9	39,2	1760,1								
	Nordthurm						44,9	32,8	1450,3								

Tabelle Ic.

Ausführungskosten der in Tabelle I aufgeführten evangelischen Kirchen auf einen Sitzplatz als Nutzeinheit bezogen

Kosten für 1 Sitzplatz in Mark: Nummer des betr. Baues in den statistischen Nachweisungen

1) Nach den Regierungs-Bezirken geordnet:

Regierungs-Bezirk	60	80	100	120	140	160	180	200	220	300	im ganzen
Gumbinnen	12, 28	26	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Danzig	34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Potsdam	—	24	—	—	17	14	—	—	—	44	4
Frankfurt a/O.	—	35	—	—	—	—	7	—	—	—	2
Stettin	—	1, 22, 18	16	8	—	—	—	—	—	—	5
Stralsund	—	—	—	40	—	—	—	—	—	—	1
Breslau	—	—	—	29	—	21	—	—	—	—	2
Liegnitz	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	1
Oppeln	—	—	—	—	—	39	—	—	—	—	1
Magdeburg	19	—	23	31	—	—	9	11	10	—	6
Merseburg	—	—	—	13, 38	—	20	—	—	—	—	3
Erfurt	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	1
zusammen	4	6	2	6	1	3	2	1	2	1	30

2) Nach der Anzahl der Sitzplätze geordnet:

Anzahl der Sitzplätze	60	80	100	120	140	160	180	200	220	300	im ganzen
100 bis 150 Sitzplätze	—	1	—	5	—	—	7	—	—	—	3
150 „ 200 „	—	—	—	—	—	—	9	11	10	—	3
200 „ 250 „	—	—	—	13	—	14	—	—	—	—	2
250 „ 300 „	—	—	16	—	17	—	—	—	12	—	3
300 „ 350 „	19	18	23	38	—	20, 21	—	—	—	—	6
350 „ 400 „	—	24	—	—	—	39	—	—	—	—	2
400 „ 500 „	—	—	—	29	—	27	—	—	—	—	2
500 „ 800 „	28	22, 26	—	31, 40	—	—	—	—	—	—	5
1000 „ 1500 „	34, 42	35	—	—	—	—	—	—	—	44	4
zusammen	4	6	2	6	1	5	2	1	2	1	30

13			14	15			16							17
Kostenbeträge für die			Höhe des Thurmes bis zum Knopf	Flächeninhalt			Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen.
Bauleitung	innere Ausstattung	Hand- und Spanndienste		des Schiffes	der Emporen	der Altarnische	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Thurmspitzen	Decken	Fufsböden	
ℳ	ℳ	ℳ	m	qm	qm	qm								
35314 (8,3%)	36362	—	58,8	754,8	125,2	84,7	Klinker	Ziegel	Rohbau, Architekturtheile Sandstein	engl. Schiefer auf Lattung	massiv von Ziegeln	Kreuzgewölbe	Granitplatten, Altarraum Marmorplatten, unter den Sitzen Dielung	Gothische Hallenkirche. Innere Ausstattung: 4000 ℳ für die Kanzel, 6000 ℳ für den Hochaltar, 3600 ℳ für 2 Seitenaltäre, 500 ℳ für 2 Beichtstühle, 635 ℳ für den Taufstein, 1764 ℳ für die Bänke, 360 ℳ für 4 Weihbecken, 11930 ℳ für die Orgel, 7573 ℳ für die Glocke.
thürme.														
740 (2,7%)	—	4962	46,4	—	—	—	Feldstein	"	Rohbau	—	engl. Schiefer auf Schalung	Halle gewölbt	—	—
1434 (7,5%)	—	—	24,6	—	—	—	Bruchst.	bearbeitete Bruchst.	Rohbau, Architekturtheile Werkst.	—	deutsch. Schiefer auf Schalung	Balkendecke, Orgelraum gewölbt	—	Romanischer Stil.
5142 (9,4%)	—	—	53,0	—	—	—	"	Werkstein	Quaderbau	die Anbauten Ziegel-Kronendach	Zinkblech auf Leisten	E gew., sonst Balkendecken	—	Deutsche Renaissance.
8961 (10,2%)	—	—	52,5	—	—	—	"	"	"	der Zwischenbau deutsch. Schiefer auf Schal.	deutsch. Schiefer auf Schalung	Südthurm E und 1 gewölbt, sonst Balkendecken	—	Romanischer Stil. Wegen des abfallenden Geländes hat der Südthurm eine Mehrhöhe von 6,9 m.

Tabelle Id.

Regierungs-Bezirk	Anzahl	Künstliche Gründung	Grundmauern			Mauern			Ansichten				Dächer									Thurmspitzen				Decken		Kosten im ganzen	
													Ziegel-					deutscher		englischer		massiv von Ziegeln	von Holz, eingedeckt mit						
																		Schiefer auf					dtsch. Schiefer	engl. Schiefer	Zink				
			Ziegel	Feldstein	Bruchstein	Ziegel	Feldstein	Bruchstein	Ziegelrohbau	Putzbau	Feld- oder Bruchsteinrohbau	Werksteinbau	Kronendach	Doppeldach	Pfannen	Falzziegel	glasirte Ziegel	Schalung	Lattung	Schalung	Lattung					Holzdecke	Gewölbe	nach dem Anschlage ℳ	nach der Ausführung ℳ
umbinnen	3	—	—	3	—	3	—	—	3	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	3	—	215 500	184 397
anzig	3	—	—	3	—	3	—	—	3	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	2	—	—	—	3	—	2	1	409 190	367 708
tsdam	4	—	—	4	—	3	1	—	3	—	1	—	3	1	—	—	—	—	—	—	—	2	1	1	—	3	1	380 475	415 719
ankfurt a. O.	2	—	—	2	—	2	—	—	2	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	2	—	151 660	122 570
ettin	6	—	—	6	—	6	—	—	6	—	—	—	4	—	—	—	—	1	—	—	—	1	1	3	—	5	—	162 269	143 796
ralsund	1	—	—	1	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	1	90 000	75 202
sen	1	—	—	1	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	1	—	64 135	55 497
omberg	3	—	—	3	—	3	—	—	2	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	3	—	121 324	115 276
eslau	4	—	1	—	3	3	—	1	3	—	1	—	2	—	—	—	—	1	—	—	1	1	2	1	—	2	2	682 428	626 811
egnitz	3	—	—	1	2	1	—	2	—	1	1	1	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	166 600	170 101
peln	4	—	—	1	3	4	—	—	3	1	—	—	1	—	—	—	—	1	1	—	1	1	2	1	—	3	1	372 132	352 524
agdeburg	7	1	—	3	4	3	1	3	3	—	3	1	—	—	—	—	—	5	2	—	—	—	5	2	—	6	—	337 442	313 159
erseburg	3	—	—	—	3	—	—	3	—	—	2	1	—	—	—	—	—	2	1	—	—	—	3	—	—	2	1	112 518	114 873
furt	2	—	—	—	2	—	—	2	—	—	—	2	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	1	—	—	2	—	67 700	83 484
inster	1	—	—	—	1	1	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	66 000	65 695
nsberg	1	—	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	20 138	19 017
isseldorf	1	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	1	118 350	119 470
zusammen	49	1	2	28	19	35	2	12	31	4	9	5	17	1	4	1	1	13	4	3	3	6	21	14	2	35	10	3537861	3345299

Tabelle Ia.

Regierungs-Bezirk	Ausführungskosten der in Tabelle I aufgeführten Kirchenbauten auf ein qm bebauter Grundfläche als Einheit bezogen. Kosten für 1 qm in Mark:																						Anzahl der Bauten	davon sind: Kirchen			es haben	
	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	250	320	340	370	400	520	730	960	im ganzen	ohne Thurm	mit Thurm	Kirch-Thürme	Holz-decken	gew. Decken
Nummer des betreffenden Baues in den statistischen Nachweisungen:																												
1) Nach den Regierungsbezirken geordnet:																												
A. Kirchen ohne Thurm.																												
Stettin	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	1	—
Bromberg	—	—	—	3, 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—	2	—
Liegnitz	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	1
Erfurt	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	1	—
Münster	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	1
B. Kirchen mit Thurm.																												
Gumbinnen	—	—	—	—	32	—	28	26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	—	3	—
Danzig	—	—	—	—	—	34	—	—	—	—	33	—	—	—	43	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	—	2	1
Potsdam	—	—	—	24	—	—	—	—	14	17	—	—	—	—	—	—	44	—	—	—	—	—	4	—	4	—	3	1
Frankfurt a/O.	—	—	—	—	—	35	—	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2	—	2	—
Stettin	—	—	—	—	8, 18	16, 22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	4	—	4	—
Stralsund	—	—	—	—	—	—	—	—	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	1
Posen	—	—	—	—	—	—	—	—	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	—
Bromberg	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	—
Breslau	—	—	—	—	—	—	29	42	—	—	21	—	—	—	—	—	—	—	45	—	—	—	4	—	4	—	2	2
Liegnitz	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	—
Oppeln	—	—	—	—	36	37	15	—	—	—	—	—	—	39	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	4	—	3	1
Magdeburg	—	19	—	—	23	31	—	—	9	—	—	—	11	10	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	6	—	6	—
Merseburg	—	—	—	—	—	13	38	—	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	—	2	1
Erfurt	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	—
Düsseldorf	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	1
C. Kirchthürme.																												
Stettin	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	46	—	—	1	—	—	1	—	—
Liegnitz	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	48	—	1	—	—	1	—	—
Magdeburg	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	49	1	—	—	1	—	—
Arnsberg	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	47	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—
zusammen	1	2	—	3	5	8	5	4	5	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	49	6	39	4	35	10
2) Nach der Ausführungszeit geordnet:																												
Beginn des Baues																												
A. Kirchen ohne Thurm.																												
vor dem Jahre 1880	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	1
in dem Jahre 1880	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	1	—
" " " 1881	—	—	—	4	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—	2	—
" " " 1883	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	1	—
" " " 1884	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	1
B. Kirchen mit Thurm.																												
vor dem Jahre 1880	—	—	—	—	—	22, 35, 37	38	43	—	17, 27	33	—	—	—	43	12	44	—	45	—	—	—	12	—	12	—	7	5
in dem Jahre 1880	—	—	—	—	23, 32	31	29	26	—	—	—	41	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—	7	—	6	1
" " " 1881	—	19	—	—	36, 18	13	—	7	14, 25, 40	—	—	—	—	39	—	—	—	—	—	—	—	—	9	—	9	—	7	2
" " " 1882	—	—	—	24	—	34	15, 30	—	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	5	—	5	—
" " " 1883	—	—	—	—	—	—	28	—	20	—	—	—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	—	3	—
" " " 1884	—	—	—	—	8	16	—	—	—	—	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	—	3	—
C. Kirchthürme.																												
vor dem Jahre 1880	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	48	49	2	—	—	2	—	—
in dem Jahre 1882	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	46	—	—	1	—	—	1	—	—
" " " 1884	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	47	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—

Bemerkung: Die Nummern der Kirchen mit gewölbten Decken sind durch kleineren Druck gekennzeichnet.

Tabelle Ib.

Regierungs-Bezirk	Ausführungskosten der in Tabelle I aufgeführten Kirchenbauten auf ein cbm Gebäudeinhalts als Einheit bezogen — Kosten für 1 cbm in Mark: 8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	36	Anzahl der Bauten — im ganzen	davon sind — Kirchen ohne Thurm	davon sind — Kirchen mit Thurm	davon sind — Kirchthürme	es haben — Holzdecken	es haben — gew. Decken
	Nummer des betreffenden Baues in den statistischen Nachweisungen:																											
	1) Nach den Regierungsbezirken geordnet:																											
	A. Kirchen ohne Thurm.																											
Stettin	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	1	—
Bromberg	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—	2	—
Liegnitz	*6*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	1
Erfurt	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	1	—
Münster	—	—	—	—	—	—	*5*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	1
	B. Kirchen mit Thurm.																											
Gumbinnen	—	—	32	—	—	—	28	—	—	26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	—	3	—
Danzig	—	—	—	—	34	—	—	—	33	—	—	—	*43*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	—	2	1
Potsdam	—	—	—	—	—	24	—	—	—	—	—	—	—	14	*44*	17	—	—	—	—	—	—	4	—	4	—	3	1
Frankfurt a/O.	—	—	—	—	35	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2	—	2	—
Stettin	—	—	—	—	—	—	18	22	16	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	4	—	4	—
Stralsund	—	—	—	—	—	—	*40*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	1
Posen	—	—	—	—	—	—	—	—	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	—
Bromberg	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	—
Breslau	—	—	—	—	—	*42* 29	—	—	—	—	—	—	—	—	21	—	—	—	—	—	*45*	—	4	—	4	—	2	2
Liegnitz	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	—
Oppeln	—	37	—	—	36	—	—	15	—	—	—	—	—	*39*	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	4	—	3	1
Magdeburg	—	—	—	19	31	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	—	—	11 10	—	—	6	—	6	—	6	—
Merseburg	—	—	—	—	—	13	—	*38*	—	—	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	—	2	1
Erfurt	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	1	—	1	—	1	—
Düsseldorf	—	—	—	—	—	—	—	—	*41*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	1
	C. Kirchthürme.																											
Stettin	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	46	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—
Liegnitz	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	48	—	—	—	1	—	—	1	—	—
Magdeburg	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	49	—	—	1	—	—	1	—	—
Arnsberg	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	47	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—
zusammen	1	1	1	1	4	6	5	4	4	2	1	3	1	3	2	1	2	1	1	3	1	1	49	6	39	4	35	10
	2) Nach der Ausführungszeit geordnet:																											
Beginn des Baues	A. Kirchen ohne Thurm.																											
vor dem Jahre 1880	*6*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	1
in dem Jahre 1880	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	1	—
" " " 1881	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—	2	—
" " " 1883	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	1	—
" " " 1884	—	—	—	—	—	—	*5*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	1
	B. Kirchen mit Thurm.																											
vor dem Jahre 1880	—	37	—	—	35	*42*	—	*38* 22	33	—	—	27	*43*	—	*44*	17	—	—	—	—	*45*	12	12	—	12	—	7	5
in dem Jahre 1880	—	—	32	—	31	23 29	—	—	*41*	26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—	7	—	7	—	6	1
" " " 1881	—	—	—	19	36	13	18 *40*	—	25	—	—	—	—	7 14 *39*	—	—	—	—	—	—	—	—	9	—	9	—	7	2
" " " 1882	—	—	—	—	34	24	30	15	—	—	—	—	—	—	—	—	9	—	—	—	—	—	5	—	5	—	5	—
" " " 1883	—	—	—	—	—	—	28	—	—	—	20	—	—	—	—	—	—	—	—	11	—	—	3	—	3	—	3	—
" " " 1884	—	—	—	—	—	—	—	—	16	8	—	—	—	—	22	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	—	3	—
	C. Kirchthürme.																											
vor dem Jahre 1880	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	48	49	—	—	2	—	—	2	—	—
in dem Jahre 1882	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	46	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—
" " " 1884	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	47	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—

Bemerkung: Die Nummern der Kirchen mit gewölbten Decken sind durch kleineren Druck gekennzeichnet.

II. Pfarr-

In dieser Tabelle sind 53 Pfarrhäuser mitgetheilt, von denen 15 für katholische, 38 für evangelische Geistliche bestimmt sind und deren Herstellungskosten 1 028 385 ℳ betragen haben.

Da das Raumbedürfnifs für katholische und evangelische Geistliche ein wesentlich verschiedenes ist, wodurch wiederum die Grundrifsanordnung und die Gröfse des betreffenden Baues bedingt wird, so hat in der Tabelle auch eine dahin gehende Trennung der Pfarrhäuser stattgefunden. Die einzelnen Bauten sind nach der Gröfse der bebauten Grundfläche geordnet und zwar so, dafs zuerst die eingeschossigen und sodann die mehrgeschossigen behandelt sind.

Es ergiebt sich danach folgende Eintheilung:

Nr. 1 bis 15 Pfarrhäuser für katholische Geistliche, von denen
- Nr. 1 bis 11 (in der Hauptsache) eingeschossig,
- Nr. 12 bis 15 zweigeschossig sind;

Nr. 16 bis 53 Pfarrhäuser für evangelische Geistliche, von denen
- Nr. 16 bis 44 (in der Hauptsache) eingeschossig,
- Nr. 45 bis 53 (in der Hauptsache) mehrgeschossig sind.

Der Keller enthält aufser Vorrathsräumen meist noch eine Waschküche nebst Rollkammer, häufig auch einen Backofen, das Dachgeschofs

1	2	3	4		5	6	7		8			9	10	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs	Bebaute Grundfläche		Höhen des			Rauminhalt	Gesammtkosten d. Bauanlage nach	
			von	bis			im Erdgeschofs qm	davon unterkellert qm	Kellers, bezw. des Sockels m	Erdgeschosses m	Drempels m	cbm	dem Anschlage ℳ	der Ausführung ℳ
	A. Pfarrhäuser für													
	a) In der Hauptsache													
1	Pfarrhaus in **Friedrichsdorf**	Minden	82	83	Cramer (*Bielefeld*)	im K: k, s, g	123,7	123,7	3,0	4,05	0,8	971,0	13210	12588
2	**Hohengandern**	Erfurt	81	82	Dittmar (*Heiligenstadt*)	I = 2 st	152,6 100,0 52,6	91,8 { 61,1 (38,9 { 30,7 (21,9	— 2,5 (0,5) 2,5 (0,5)	— 3,5 { E = 3,5 I = 3,4	— 1,0 —	1154,6 680,5 474,1	15266	14444
3	**Ostrowitte**	Bromberg	82	82	Herschens (*Gnesen*)	im K: k, s, g	168,0	107,0 (61,0	2,7 (0,9)	3,5	—	931,8	16000	14037
4	**Kgl. Neudorf**	Marienwerder	84	84	Schmundt (*Graudenz*)	im D: 2 st	178,6	93,0 (65,6	2,5 (0,7)	3,7	—	953,2	14000	13225
5	**Strellin**	Danzig	83	84	Fromm (*Neustadt W/Pr.*)	im wesentlichen wie vor.	183,7	183,7	2,5	3,36	—	1076,5	27100	23777
6	**Barendorf**	Marienwerder	81	82	Schmundt (*Graudenz*)	wie Nr. 4	185,4	146,0 (39,4	2,5 (0,9)	3,7	—	1086,4	16476	13780
7	**Dalewo**	Posen	81	82	Müller (*Kosten*)	im D: 2 st	189,4	92,3 (97,1	2,88 (0,8)	3,36	—	961,4	15400	12670
8	**Wenglewo**	"	84	85	Backe (*Wreschen*)	im D: 2 st	198,0 21,7 176,3	21,7 21,7 —	— 2,25 0,8	— 2,76 3,71	— — —	903,8 108,7 795,1	19477	16747
9	**Fürstenwerder**	Danzig	79	81	Hendrichs (*Dirschau*)	im D: st, ka	201,0	108,6 (92,4	2,35 (1,4)	3,1	—	1007,7	16600	16425

häuser.

aufser Bodenräumen fast in allen Fällen eine Räucherkammer. Es ist daher in Spalte 6 von der Aufzählung dieser stets wiederkehrenden Räume Abstand genommen und eine besondere Angabe nur dann gemacht, wenn im Keller oder Dachgeschofs Küche, Stuben oder Kammern eingerichtet sind.

Zur Bezeichnung der einzelnen Räume in den Grundrissen und Beischriften dienen nachstehende Abkürzungen. Es ist:

az = Amts- oder Arbeitszimmer,
c = Confirmandenzimmer,
f = Flur,
g = Gesinde- (Mädchen-) Stube,
hs = Stube der Haushälterin,
k = Küche,
ka = Kammer,
s = Speisekammer,
st = (Wohn-, Schlaf- usw.) Stube,
v = Vorzimmer,
wk = Waschküche.

11			12			13					14		15
Kosten des Hauptgebäudes			Kostenbeträge für die			Baustoffe und Herstellungsart der					Kostenbeträge für die		Bemerkungen.
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	Hand- und Spanndienste	Heizungsanlage im ganzen	Heizungsanlage für 100 cbm	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Nebengebäude im ganzen	Nebenanlagen im ganzen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ						ℳ	ℳ	
katholische Geistliche.													
eingeschossige Bauten.													
11022	89,1	11,4	—	403 Kachelöfen	147,6	Bruchstein	Ziegel	Putzbau	englischer Schiefer auf Schalung	K. gewölbt, sonst Balkendecken	1566	—	Nebengebäude enthält Stallung für 2 Kühe und 1 Schwein, sowie Futtertenne.
14444	94,7	12,5	1955	353 eiserne Öfen	102,6	„	„	Rohbau mit Verblend- und Formsteinen	Ziegel-Kronendach	„	—	—	
14037	83,6	15,1	2335	442 Kachelöfen	92,0	Feldstein	„	Putzbau	„	„	—	—	
13225	74,1	13,9	1984	578 Kachelöfen	162,0	„	„	Rohbau	„	„	—	—	
15980	87,0	14,8	3127	844 Kachelöfen	196,0	„	„	„	„	„	7797	—	Nebengebäude: Scheune aus Fachwerk mit 2 Tennen und rund 1200 cbm Bansenraum.
13780	74,3	12,7	1820	442 Kachelöfen	113,0	„	„	„	„	„	—	—	
12670	66,9	13,2	—	715 Kachelöfen	153,0	„	„	Putzbau	„	„	—	—	
13574	68,6	15,0	3517	669 Kachelöfen	—	„	„	Rohbau	„	Balkendecken	384	2789	Nebengebäude: Abtritt; Nebenanlagen: 659 ℳ für den 7 m tiefen Brunnen; 2130 ℳ für 428 m Bretterzaun.
16425	81,7	16,3	1182	578 Kachelofen	141,0	„	„	„	Pfannen auf Schalung	K. gewölbt, sonst Balkendecken	—	—	

1	2	3	4		5	6	7		8			9	10	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß	Bebaute Grundfläche		Höhen des			Rauminhalt	Gesammtkosten d. Bauanlage nach	
			von	bis			im Erdgeschoß	davon unterkellert	Kellers, bezw. des Sockels	Erdgeschosses	Drempels		dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	cbm	*M*	*M*
01	Pfarrhaus in **Osche**	Marienwerder	84	85	Beckmann (*Schwetz*)	im D: 2 st, 3 ka	204,2	96,6 (107,6	2,5 0,8)	3,5	—	1042,3	**13300**	**11762**
11	**Gorrentschin**	Danzig	80	82	Arnold (*Carthaus*)	im D: st	208,4	208,4	2,5	3,4	—	1229,4	**17970**	**18279**
												b) Zweigeschossige		
12	**Düdinghausen**	Arnsberg	83	83	Carpe (*Brilon*)	I=az, 3 st im D: 2 st	90,6	55,6 (35,0	2,6 1,2)	E=3,6 I=3,8	—	857,0	**10584**	**10998**
13	Pfarrhaus in **Giershagen**	„	84	84	„	I=3 st im D: 2 st.	101,8	101,8	2,7	E=3,85 I=3,95	1,0	1171,7	**14000**	**13587**
14	**Helmsdorf**	Erfurt	80	82	Boske (*Mühlhausen i/Th.*)	I=4 st im D: st	112,9	112,9	2,6	E=3,63 I=3,63	—	1113,2	**23200**	**21208**
15	**Bischdorf**	Breslau	82	83	Koch (*Neumarkt*)	I=az, 3 st, ka	144,5	93,2 (51,3	2,4 0,5)	E=3,1 I=3,5	—	1203,0	**15220**	**16515**
												B. Pfarrhäuser		
											a) In der Hauptsache			
16	**Friedrichsbrunn a/H.**	Magdeburg	80	81	Schlitte (*Quedlinburg*)	im D: st, ka	161,0	66,7 (94,3	2,6 1,0)	3,6	—	847,3	**14600**	**12544**
17	**Lahna**	Königsberg	84	85	Schmarsow (*Neidenburg*)	im D: 2 st	190,6	190,6	2,8	3,45	1,2	1420,0	**16642**	**15599**
18	**Elkerhausen**	Wiesbaden	83	84	Spinn (*Weilburg*)	I=st im D: st, ka	211,4 173,1 38,3	211,4 173,1 38,3	— 2,7 2,7	— 3,5 E=3,5, I=3,25	— — —	1435,1 1073,2 361,9	**31140**	**29482**
19	**Geyerswalde**	Liegnitz	81	82	Mathy (*Hoyerswerda*)	wie vor.	213,3 151,4 61,9	213,3 151,4 61,9	— 2,5 2,5	— 3,6 E=3,6, I=3,1	— — —	1493,0 923,5 569,5	**35230**	**27989**
20	Pfarrhaus zu St. Georg in **Wollin**	Stettin	81	82	Steinbrück (*Cammin*)	im wesentl. wie Nr. 25	215,6 190,0 25,6	67,8 67,8 (122,2 —	— 2,68 0,5) 0,5	— 3,8 E=3,0, I=2,9	— — —	1149,1 964,8 184,3	**20280**	**16693**

11			12			13					14		15
Kosten des Hauptgebäudes			Kostenbeträge für die			Baustoffe und Herstellungsart der					Kostenbeträge für die		Bemerkungen.
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	Hand- und Spanndienste	Heizungsanlage im ganzen	Heizungsanlage für 100 cbm	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Nebengebäude im ganzen	Nebenanlagen im ganzen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ						ℳ	ℳ	
11762	57,7	11,3	2518	580 Kachelöfen	119,3	Feldstein	Ziegel	Rohbau	Ziegel-Kronendach	K. gewölbt, sonst Balkendecken	—	—	
18279	87,7	14,9	—	661 Kachelöfen	139,6	„	„	„	Pfannen	„	—	—	
Bauten.													
10968	121,4	12,8	—	170 1 eis. Ofen	—	Bruchstein	Ziegelfachwerk	Schieferbekleidung	deutscher Schiefer auf Schalung	„	—	—	414 ℳ Bauleitungskosten.
13587	133,5	11,6	—	232 4 eis. Öfen	—	„	Ziegel	Putzbau	„	„	—	—	
16127	142,0	14,5	—	550 Kachelöfen	108,7	„	„	Rohbau mit Verblend- und Formsteinen	Falzziegel	„	4048	1033	Nebengebäude enthält Stallung für 3 Kühe, 1 Pferd und 2 Schweine, Holzgelafs und 2 Abtritte. Nebenanlagen: Hofthor (403 ℳ) eis. Pumpe (123 ℳ), Pflaster und Einfriedigung.
13770	95,3	11,1	2520	380 Kachelöfen	101,9	Feldstein	„	Rohbau	Ziegel-Kronendach	„	—	2745	Nebenanl.: Einebnung, Pflaster, 18 m Staketenzaun (106 ℳ), 26,5 m Hofmauer (981 ℳ) 5,5 m tiefer Brunnen mit eiserner Pumpe (992 ℳ)
für evangelische Geistliche. eingeschossige Bauten.													
11291	70,1	13,3	2700	343 3 Kachelöfen u. 1 eis. Ofen	128,0	Bruchstein	„	„	Breitziegel	„	1253	—	Nebengebäude: Stall.
15599	81,8	11,0	—	614 Kachelöfen	130,2	Feldstein	„	„	Pfannen auf Schalung	„	—	—	
19320 3134 (Künstl. Gründung, Betonschicht)	91,4	13,5	—	314 Kachelöfen	74,5	Bruchstein	„	„	deutscher Schiefer auf Schalung	„	3854	3174	Nebengebäude enthält Stallung für 3 Kühe und 2 Schweine, Tenne und Holzgelafs. Nebenanlagen: Regulierung des Platzes, Umwehrung (1020 ℳ), Brunnen (330 ℳ).
17314	81,3	11,6	5500	540 Kachelöfen	100,0	„	„	„	Ziegel-Kronendach	„	8809	1836	Nebengebäude: 1) Stall für 2 Pferde, 9 Stück Rindvieh, Schweine u. Federvieh; 2) Scheune. Nebenanlagen: Brunnen, Umwehrung, Einebnung usw.
14583	67,6	12,7	1680	620 Kachelöfen	93,8	Feldstein	„	„	„	„	2110	—	Nebengebäude: Stall.

1	2	3	4		5	6	7		8			9	10	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs	Bebaute Grundfläche		Höhen des			Raum-inhalt	Gesammtkosten d. Bauanlage nach	
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert	Kellers, bezw. des Sockels	Erdgeschosses	Drempels		dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	cbm	ℳ	ℳ
21	Pfarrhaus in **Mittel-Steinkirch**	Liegnitz	79	80	Starke (*Görlitz*)	im D: 2 st	216,2	178,8 (37,4)	2,55 (1,15)	3,8	—	1320,5	**19777**	**17640**
22	**Crien**	Stettin	82	83	Lässig (*Demmin*)	im D: 3st, 2ka	217,7	217,7	2,75	3,65	1,0	1611,0	**18300**	**20938**
23	**Medow**	"	82	83	"	wie vor.	217,7	217,7	2,75	3,65	1,0	1611,0	**18300**	**22932**
24	**Fahrland**	Potsdam	85	85	v. Lancizolle (*Nauen*)	im wesentl. wie Nr. 18	218,6 214,6 4,0	214,6 214,6 —	— 2,6 0,5	— 3,4 4,3	— 0,9 —	1499,9 1480,7 19,2	**21400**	**18772**
25	Oberpfarrhaus in **Reetz**	Frankfurt a. O.	81	83	Müller (*Arnswalde*)		219,0	163,8 (55,2)	2,98 (1,2)	3,9	0,75	1572,7	**19260**	**14998**
26	Pfarrhaus in **Klein-Quenstedt**	Magdeburg	81	82	Varnhagen (*Halberstadt*)	I=C im D: st	220,6 177,2 43,4	220,6 177,2 43,4	— 2,7 2,7	— 3,5 {E=3,5 I=3,25	— 1,0 —	1690,3 1275,8 414,5	**17235**	**17058**
27	**Kerzlin**	Potsdam	84	84	Brunner (*Neu-Ruppin*)	im D: st:	223,3	223,3	2,6	3,42	—	1344,3	**20600**	**19069**
28	**Hakenberg**	"	85	85	von Lancizolle (*Nauen*)	im K: g im D: 3st, 4ka	226,5 223,6 2,9	223,6 223,6 —	— 2,6 0,5	— 3,4 4,4	— 0,9 —	1557,0 1542,8 14,2	**24250**	**19797**
29	**Wansdorf**	"	85	85	"	wie vor.	226,5	223,6	—	—	—	1557,0	**24250**	**22880**
30	**Tschöplowitz**	Breslau	82	83	Woas (*Brieg*)	im K: k, s, 2g im D: 2st	230,9	230,9	2,6	3,45	0,6	1535,5	**19850**	**17438**
31	**Bornstedt**	Magdeburg	83	83	Jacob (*Neuhaldensleben*)	I=st im D: st	231,5 192,0 39,5	63,2 {63,2 (128,8) —	— 2,4 1,09 1,0	— 3,6 {E=3,8 I=3,45	— 1,0 —	1481,7 1163,7 318,0	**19200**	**14450**

11			12			13					14		15
Kosten des Hauptgebäudes			Kostenbeträge für die			Baustoffe und Herstellungsart der					Kostenbeträge für die		Bemerkungen.
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	Hand- und Spanndienste	Heizungsanlage im ganzen	Heizungsanlage für 100 cbm	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Nebengebäude im ganzen	Nebenanlagen im ganzen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ						ℳ	ℳ	
15992	74,0	12,1	2895	565 Kachelöfen	94,0	Bruchstein	Ziegel	Putzbau	Ziegel-Kronendach	K. gewölbt, sonst Balkendecken	535	1113	Nebengebäude: Stall. Nebenanlagen: Umwehrungsmauer (391 ℳ), Futtermauer (693 ℳ), Einebnung.
20938	96,2	13,0	—	832 Kachelöfen	112,4	Feldstein	„	Rohbau	„	„	—	—	
22932	105,3	14,2	—	960 Kachelöfen	120,6	„	„	„	„	„	—	—	
18772	85,9	12,6	2084	1034 Kachelöfen	151,0	Ziegel	„	„	„	„	—	—	735 ℳ Bauleitungskosten.
14996	68,5	9,5	—	589 Kachelöfen	111,9	Feldstein	„	Rohbau	„	„	—	—	
17058	77,3	10,1	1557	617 Kachelöfen	148,7	Bruchstein	„	Rohbau mit Verblend- und Formsteinen	„	„	—	—	
19069	85,4	14,2	—	Kachelöfen		Feldstein	„	Rohbau	„	„	—	—	
19797	87,4	12,7	2844	1084 Kachelöfen	146,9	Ziegel	„	„	„	„	—	—	735 ℳ Bauleitungskosten.
22880	101,0	14,7	3336	1097 Kachelöfen	148,8	„	„	„	„	„	—	—	729 ℳ Bauleitungskosten.
17438	75,8	11,4	2720	853 Kachelöfen	115,0	Feldstein	„	„	„	„	—	—	
13825	59,7	9,3	—	605 Kachelöfen	107,0	„	„	„	„	„	—	625	117 ℳ Bauleitungskosten.

1	2	3	4		5	6	7		8			9	10	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß	Bebaute Grundfläche		Höhen des			Raum-inhalt	Gesammtkosten d. Bauanlage nach	
			von	bis			im Erd-geschoß	davon unter-kellert	Kellers, bezw. des Sockels	Erd-geschosses	Drempels		dem An-schlage	der Aus-führung
							qm	qm	m	m	m	cbm	ℳ	ℳ
32	Pfarrhaus in **Groß-Santersleben**	Magdeburg	85	85	Heller (*Neuhaldensleben*)	wie vor.	231,5 192,0 39,5	231,5 192,0 39,5	— 2,5 2,5	— 3,6 { E = 3,6 ; I = 3,45	— 1,0 —	1740,4 1363,2 377,2	22177	17123
33	**Pechau**	„	84	85	Reitsch (*Magdeburg*)	I=st im D: st	232,7 193,0 39,7	165,6 { 163,6 ; 27,4 —	— 2,5 ; 1,4 1,4	— 3,6 { E = 3,6 ; I = 3,25	— 0,8 —	1629,1 1301,6 327,5	33452	25381
34	**Mallnow**	Frankfurt a/O.	83	84	Bertuch (*Frankfurt a/O.*)		233,1	140,0 (93,1	2,7 0,9)	3,8	—	1347,6	23738	18718
35	**Süldorf** *Veranda*	Magdeburg	82	83	Süß (*Wanzleben*)	I=st im D: 2 st, 5 ka	235,9 203,5 32,4 —	250,0 203,5 32,4 14,1	— 2,56 2,56 2,56	— 3,74 { E = 3,74 ; I = 3,26 —	— 0,56 — —	1741,8 1306,0 309,7 36,1	20409	20696
36	**Schlalach**	Potsdam	83	84	Köhler (*Brandenburg*)	im D: 2 st, 4 ka	236,4	236,4	2,8	3,8	1,0	1867,6	32000	22343
37	Oberpfarrhaus in **Loburg**	Magdeburg	83	84	Reitsch (*Magdeburg*)	I=st im D: st	241,9 189,9 52,0	241,9 189,9 52,0	— 2,75 2,75	— 4,1 { E = 4,1 ; I = 3,75	— 0,95 —	2032,4 1481,2 551,2	36357	35279
38	Pfarrhaus in **Coserow**	Stettin	84	85	Alberti (*Swinemünde*)	im D: 2 st, 5 ka	244,6	200,3 (44,3	2,85 1,7)	3,6	0,9	1746,9	22416	20241
39	**Hussinetz** *Veranda*	Breslau	83	84	Reuter (*Strehlen*)	I=2 st	244,7 83,1 150,3 11,3 —	250,6 83,1 150,3 11,3 5,9	— 3,0 3,0 3,0 3,0	— { E = 3,6 ; I = 3,3 3,6 3,6 —	— — 1,5 3,6 —	2173,1 822,7 1217,4 115,3 17,7	29670	21450
40	**Löcknitz**	Stettin	84	85	Thömer (*Stettin*)	im wesentl. wie Nr. 18	251,6	251,6	2,8	3,6	1,25	1924,7	24300	23951
41	**Schippenbeil**	Königsberg	80	81	Kaske (*Bartenstein*)	I=C; im D: 2st, 4ka	260,7 219,3 41,4	260,7 219,3 41,4	— 2,8 2,8	— 3,65 { E = 3,65 ; I = 3,65	— 0,8 —	2008,0 1589,9 418,1	31280	31943

11			12			13					14		15
Kosten des Hauptgebäudes			Kostenbeträge für die			Baustoffe und Herstellungsart der					Kostenbeträge für die		Bemerkungen.
im ganzen	für 1		Hand- und Spann-dienste	Heizungs-anlage		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Neben-gebäude im ganzen	Neben-anlagen im ganzen	
	qm	cbm		im ganzen	für 100 cbm								
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ						ℳ	ℳ	
16085	69,5	9,2	—	632 Kachelöfen	110,0	Bruchstein	Ziegel	Rohbau	Ziegel-Kronendach	K. gewölbt, sonst Balkendecken	—	1038	450 ℳ Bauleitungskosten.
21928	94,2	13,5	3067	1026 Kachelöfen	169,2	"	"	Rohbau, Fensterbänke Sandstein	deutscher Schiefer auf Schalung	"	3453	—	Nebengebäude enthält Stallung für 1 Schwein, Ziegen und Federvieh, Holzgelaß u. Abtritt.
18718	80,8	13,9	6000	552 Kachelöfen	101,7	Feldstein	"	Rohbau	Ziegel-Kronendach	"	—	—	
20696	87,7	11,9	2241	826 Kachelöfen	119,0	Bruchstein	"	Putzbau	Breitziegel mit Schiefer-einfassung	"	—	—	600 ℳ Bauleitungskosten.
16010	67,7	8,6	—	504 Kachelöfen	83,0	Ziegel	"	Rohbau	deutscher Schiefer auf Schalung	"	5789	544	Nebengebäude enthält Stallung für 5 Pferde, 6 Kühe und 4 Stück Jungvieh, Futterkammer, Knechtekammer und Holz- und Kohlengelasse. Nebenanlagen: 30,3 m Umwehrungsmauer.
27564	113,9	13,5	4312	777 Kachelöfen	102,8	Feldstein	"	Rohbau, Gesimse und Fenster-sohlbänke Sandstein	Ziegel-Doppeldach	"	3050	4665	Nebengebäude enthält Stallung für Schweine, Ziegen u. Hühner, Holzgelaß und Abtritt. Nebenanlagen: 49 m Umwehrungsmauer mit Thor u. Pforte (2280 ℳ), 57 m Holzzaun (557 ℳ), 462 qm Pflaster (1143 ℳ) usw.
20241	82,8	11,6	2805	690 Kachelöfen	114,0	Ziegel	"	Rohbau	Ziegel-Kronendach	"	—	—	
21450	87,7	9,9	2670	510 Kachelöfen	120,2	Bruchstein	"	"	deutscher Schiefer auf Lattung	"	—	—	
23951	95,2	12,4	2585	1080 Kachelöfen	152,3	Feldstein	"	Rohbau mit Verblend- und Form-steinen	Ziegel-Kronendach	"	—	—	
31943	122,3	15,9	7027	1200 Kachelöfen	149,0	"	"	Rohbau mit Formsteinen	Pfannen auf Schalung	"	—	—	400 ℳ Bauleitungskosten.

1	2	3	4		5	6	7		8			9	10	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs	Bebaute Grundfläche		Höhen des			Raum-inhalt	Gesammtkosten d. Bauanlage nach	
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert	Kellers, bezw. des Sockels	Erdgeschosses	Drempels		dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	cbm	M	M
42	Pfarrhaus in **Nowawess**	Potsdam	84	85	Gette (*Potsdam*)	I = 2 st	283,8	283,8	—	—	—	2412,8	**31000**	**30674**
							169,2	169,2	2,8	3,9	0,85	1277,5		
							114,1	114,1	2,8	{ E = 3,9 I = 3,25	—	1135,3		
43	**Pflugrade**	Stettin	83	83	Holtgreve (*Naugard*)	im D: 2 st	287,2	223,3 (63,9	2,7 1,0)	3,6	0,5	1844,4	**23700**	**20085**
44	**Succow**	„	81	82	Freund (*Stargard i. P.*)	wie vor.	287,2	223,3 (63,9	2,7 0,6)	3,6	1,05	2206,5	**27400**	**23025**
											b) In der Hauptsache			
45	Diakonatshaus in **Freienwalde a. O.**	Potsdam	81	81	Düsterhaupt (*Freienwalde a. O.*)	im K: g; I = 4 st, ka II = st	131,4	131,4	—	—	—	1465,9	**18000**	**15006**
							25,3	25,3	2,8	{ E = 3,75 I = 3,25 II = 2,85	—	320,0		
							106,1	106,1	2,8	{ E = 3,75 I = 3,25	1,0	1145,9		
46	Pfarrhaus in **Giebichenstein**	Merseburg	82	83	Kilburger (*Halle a. S.*)	im K: g; I = 4 st	133,3	122,1	—	—	—	1413,4	**17370**	**17266**
							122,1	122,1	2,8	{ E = 3,75 I = 3,75	0,3	1294,3		
	Treppenthurm . . .						11,2	—	—	{ E = 3,28 I = 3,75 II = 3,6	—	119,1		
47	**Döcklitz**	„	83	83	Delius (*Eisleben*)	I = 5 st	149,1	114,1 (35,0	2,6 1,0)	{ E = 3,6 I = 3,3	—	1359,5	**20780**	**19973**
48	Oberpfarrhaus in **Zielenzig**	Frankfurt a. O.	82	83	Simon (*Zielenzig*)	I = 4 st; im D: st	158,3	158,3	2,5	{ E = 3,64 I = 3,74	0,5	1643,2	**21575**	**16582**
49	**Spremberg**	„	81	82	Pollack (*Sorau*)	im wesentlichen wie vor.	158,3	158,3	2,65	{ E = 3,5 I = 3,7	0,3	1638,4	**21488**	**15492**
50	Diakonatshaus in **Spremberg**	„	84	85	„	im wesentlichen wie vor.	158,3	158,3	2,65	{ E = 3,5 I = 3,7	0,3	1638,4	**17927**	**14800**
51	Pfarrhaus in **Braubach**	Wiesbaden	84	85	Herrmann (*Geisenheim*)	I = 3 st; im D: 2 st, 4 ka	189,7	204,7	—	—	—	1866,9	**31800**	**31068**
	—						117,7	117,7	2,9	{ E = 3,5 I = 3,5	1,2	1294,7		
	—						68,2	68,2	2,8	3,5	1,1	504,7		
	Erker						3,8	3,8	2,8	3,5	0,4	25,5		
	Veranda						—	15,0	2,8	—	—	42,0		
52	Oberpfarrhaus in **Reppen**	Frankfurt a. O.	81	82	Simon (*Zielenzig*)	I = 5 st, ka; im D: st	218,9	214,9	—	—	—	2298,6	**31600**	**25358**
	—						213,4	213,4	2,5	{ E = 3,72 I = 3,67	0,56	2272,7		
	Abtritt						1,5	1,5	0,88	{ E = 2,76 I = 1,33	—	8,4		
	Vorflur						4,0	—	1,87	2,5	—	17,5		
53	Pfarrhaus in **Dahlenwarsleben**	Magdeburg	81	82	Schmidt (*Wolmirstedt*)	I = 3 st; im D: 3 ka	237,2	237,2	—	—	—	1991,4	**22850**	**23610**
							105,5	105,5	2,7	{ E = 3,65 I = 3,15	—	1021,4		
							131,7	131,7	2,7	3,63	1,0	968,0		

11			12			13					14		15
Kosten des Hauptgebäudes			Kostenbeträge für die			Baustoffe und Herstellungsart der					Kostenbeträge für die		Bemerkungen.
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	Hand- und Spanndienste	Heizungsanlage im ganzen	Heizungsanlage für 100 cbm	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Nebengebäude im ganzen	Nebenanlagen im ganzen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ						ℳ	ℳ	
28166	99,4	11,7	—	810 Kachelöfen	86,2	Ziegel	Ziegel	Rohbau	deutscher Schiefer auf Schalung	K. gewölbt, sonst Balkendecke	1279	1229	Nebengebäude: Abtritt. Nebenanlagen: 31 m eis. Strafsengitter (888 ℳ), Brunnen (341 ℳ).
20085	99,9	10,9	3767	773 Kachelöfen	114,0	Feldstein	„	„	Ziegel-Kronendach	„	—	—	—
23025	80,2	10,4	—	600 Kachelofen	92,6	„	„	Rohbau mit Verblend- und Formsteinen	englischer Schiefer auf Schalung	„	—	—	—
mehrgeschossige Bauten.													
15006	114,2	10,2	—	794 Kachelofen	132,1	„	„	Rohbau mit Verblendsteinen	Falzziegel	„	—	—	—
13821	103,7	9,8	—	648 Kachel- und eis. Öfen	100,0	Bruchstein	„	„	deutscher Schablonenschiefer auf Schalung	„	550	2895	300 ℳ Bauleitungskosten. Nebengebäude: Stall. Nebenanlagen: 103 m Umwehrungsmauer (1705 ℳ) und Einebnung (1190 ℳ).
16798	112,7	12,4	—	815 Kachel- und eis. Öfen	147,7	„	„	Rohbau	„	„	1299	1876	720 ℳ Bauleitungskosten. Nebenanlagen: Umwehrungsmauer.
16582	104,8	10,1	2552	553 Kachelöfen	80,0	Feldstein	„	„	Ziegel-Kronendach	„	—	—	—
15492	97,9	9,5	—	958 Kachelöfen	132,0	„	„	Rohbau mit Verblend- und Formsteinen	„	„	—	—	Treppen: Granit freitragend.
14800	93,5	9,0	—	780 Kachelöfen	108,5	„	„	„	„	„	—	—	„
27217	143,5	14,6	—	374 Regulir-Füllofen	64,2	Bruchstein	„	Rohbau mit Verblendsteinen	deutscher Schiefer auf Schalung	„	—	3851	1073 ℳ Bauleitungskosten. Nebenanlagen: Umwehrungen, 215 qm Pflasterung (860 ℳ), Brunnen (1004 ℳ), Einebnung, Müllgrube usw.
24408 480 (Künstl. Gründung, Sandschüttung.)	112,0	10,8	3230	1132 Kachelöfen	104,1	Feldstein	„	Rohbau mit Verblend- und Formsteinen	Ziegel-Kronendach	„	—	470	Nebenanlagen: 66 m tiefer Brunnen (394 ℳ), Asch- und Müllgrube.
23610	99,5	11,9	1800	996 Kachelofen	134,0	Bruchstein	„	Rohbau mit Verblendsteinen	Ziegel-Doppeldach	„	—	—	—

Ausführungskosten der in Tabelle II aufgeführten Pfarrhäuser

Tabelle IIa auf ein qm bebauter Grundfläche als Einheit bezogen.

Regierungs-Bezirk	Kosten für 1 qm in Mark: 60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	135	145	Anzahl der Bauten: zusammen	davon eingeschossig	davon mehrgeschossig
	Nummer des betreffenden Baues in den statistischen Nachweisungen																	
	1) Nach den Regierungs-Bezirken geordnet:																	
Königsberg	—	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—	—	41	—	—	2	2	—
Danzig	—	—	—	—	9	5	11	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	—
Marienwerder	10	—	—	4, 6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	—
Potsdam	—	—	36	—	—	27, 24, 28	—	—	42, 29	—	—	45	—	—	—	7	6	1
Frankfurt a. O.	—	—	25	—	34	—	—	50	49	48	52	—	—	—	—	6	2	4
Stettin	—	—	20, 43	—	44	38	—	40, 22	—	23	—	—	—	—	—	7	7	—
Posen	—	7	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—
Bromberg	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—
Breslau	—	—	—	30	—	—	39	15	—	—	—	—	—	—	—	3	2	1
Liegnitz	—	—	—	21	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—
Magdeburg	31	—	32, 16	26	—	—	35	33	53	—	—	37	—	—	—	8	7	1
Merseburg	—	—	—	—	—	—	—	—	—	46	—	47	—	—	—	2	—	2
Erfurt	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	14	2	1	1
Minden	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—
Arnsberg	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	13	—	2	—	2
Wiesbaden	—	—	—	—	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	51	2	1	1
zusammen	2	1	7	5	5	6	5	6	4	3	1	3	2	1	2	53	40	13
Beginn des Baues	2) Nach der Ausführungszeit geordnet:																	
vor d. Jahre 1880	—	—	—	21	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—
im Jahre 1880	—	—	16	—	—	—	11	—	—	—	—	—	41	—	14	4	3	1
" " 1881	—	7	20, 25	6, 26	44, 19	—	—	2	49, 53	—	52	45	—	—	—	12	8	4
" " 1882	—	—	—	30	—	3	35, 1	15, 22	—	46, 48, 23	—	—	—	—	—	9	6	3
" " 1883	31	—	36, 43	—	34	5	39, 18	—	—	—	—	47, 37	12	—	—	10	8	2
" " 1884	10	—	8	4	17	38, 27	—	50, 33, 40	42	—	—	—	—	13	51	12	9	3
" " 1885	—	—	32	—	—	24, 28	—	—	29	—	—	—	—	—	—	4	4	—

Tabelle IIb auf ein cbm Gebäudeinhalts als Einheit bezogen.

Regierungs-Bezirk	Kosten für 1 cbm in Mark: 8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	16,0	16,5
	Nummer des betreffenden Baues in den statistischen Nachweisungen.															
	1) Nach den Regierungs-Bezirken geordnet:															
Königsberg	—	—	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	41	—
Danzig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5, 11	—	9
Marienwerder	—	—	—	—	—	—	10	—	6	—	—	4	—	—	—	—
Potsdam	36	—	—	45	—	—	42	—	24, 28	—	—	27	29	—	—	—
Frankfurt a. O.	—	50	25, 49	48	52	—	—	—	—	—	—	34	—	—	—	—
Stettin	—	—	—	—	44	43	38	—	40, 20	22	—	23	—	—	—	—
Posen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—	—	—	8	—	—
Bromberg	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—
Breslau	—	—	—	39	—	—	15, 30	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Liegnitz	—	—	—	—	—	—	19	21	—	—	—	—	—	—	—	—
Magdeburg	—	32	31	26	—	—	—	35, 53	—	—	16, 33, 37	—	—	—	—	—
Merseburg	—	—	—	46	—	—	—	—	47	—	—	—	—	—	—	—
Erfurt	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	14	—	—	—
Minden	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Arnsberg	—	—	—	—	—	—	13	—	—	12	—	—	—	—	—	—
Wiesbaden	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18	—	51	—	—	—
zusammen	1	2	3	5	2	2	8	3	7	3	1	4	3	4	1	1
Beginn des Baues	2) Nach der Ausführungszeit geordnet:															
vor d. Jahre 1880	—	—	—	—	—	—	—	21	—	—	—	—	—	—	—	9
im Jahre 1880	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16	—	14	15	16	—
" " 1881	—	—	25, 49	26, 45	44, 52	—	19	53	2, 6, 20	7	—	—	—	—	—	—
" " 1882	—	—	—	46, 48	—	—	1, 15, 30	35	—	22	—	23	—	3	—	—
" " 1883	36	—	31	39	—	43	—	—	47	12	18, 37	34	—	5	—	—
" " 1884	—	50	—	—	—	17	10, 13, 38, 42	—	40	—	33	4, 27	51	8	—	—
" " 1885	—	32	—	—	—	—	—	—	24, 28	—	—	—	29	—	—	—

Bemerkung: Die Nummern der mehrgeschossigen Gebäude sind durch kleineren Druck gekennzeichnet.

Tabelle IId.

Regierungs-Bezirk	Anzahl	künstliche Gründung	Grundmauern: Ziegel	Grundmauern: Feldstein	Grundmauern: Bruchstein	Mauern: Ziegel	Mauern: Ziegelfachwerk	Ansichten: Ziegel-Rohbau	Ansichten: Putzbau	Ansichten: Schieferbekleidung	Dächer: Ziegel-Kronendach	Dächer: Ziegel-Doppeldach	Dächer: Pfannen	Dächer: Falzziegel	Dächer: Brettziegel	Dächer: deutscher Schiefer auf Schalung	Dächer: deutscher Schiefer auf Lattung	Dächer: engl. Schiefer auf Schalung	Heizungen: Kachelöfen	Heizungen: eiserne Oefen	Heizungen: Kachel- und eiserne Oefen	Kosten im ganzen: nach dem Anschlage	Kosten im ganzen: nach der Ausführung
Königsberg	2	—	—	2	—	2	—	2	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	2	—	—	47 922	47 542
Danzig	3	—	—	3	—	3	—	3	—	—	2	—	1	—	—	—	—	—	3	—	—	61 670	58 481
Marienwerder	3	—	—	3	—	3	—	3	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	43 776	38 767
Potsdam	7	—	5	2	—	7	—	7	—	—	1	—	—	1	—	2	—	—	7	—	—	171 500	148 641
Frankfurt a. O.	6	1	—	6	—	6	—	6	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	135 588	105 948
Stettin	7	—	1	6	—	7	—	7	—	—	7	—	—	—	—	—	—	—	7	—	—	154 600	147 865
Posen	2	—	—	2	—	2	—	1	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	34 877	29 417
Bromberg	1	—	—	1	—	1	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	16 000	14 037
Breslau	3	—	—	2	1	3	—	3	—	—	2	—	—	—	—	—	1	—	3	—	—	58 740	55 403
Liegnitz	2	—	—	—	2	2	—	1	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	53 007	45 629
Magdeburg	8	—	—	2	6	8	—	7	1	—	3	2	—	—	2	1	—	—	7	—	1	186 280	166 141
Merseburg	2	—	—	—	2	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2	38 150	37 239
Erfurt	2	—	—	—	2	2	—	2	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	1	1	—	38 466	33 652
Minden	1	—	—	—	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	13 210	12 588
Arnsberg	2	—	—	—	2	1	1	—	1	1	—	—	—	—	—	2	—	—	—	2	—	24 584	24 585
Wiesbaden	2	1	—	—	2	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	2	—	62 940	60 550
zusammen	53	2	6	29	18	52	1	46	6	1	33	2	3	2	2	9	1	1	45	5	3	1 143 408	1 028 385

Statistische Nachweisungen

über bemerkenswerthe, in den Jahren 1881 bis 1886 vollendete Bauten der Garnison-Bauverwaltung des Deutschen Reiches.

Die vorliegenden statistischen Nachweisungen über Garnison-Bauten umfassen 18 Bauanlagen mit 64 Gebäuden. In Bezug auf die Form der Aufstellung und die Behandlung der einzelnen Bauausführungen weicht diese Tabelle von der im vorigen Jahrgange der Zeitschrift für Bauwesen veröffentlichten nicht ab.

Ihrer Bestimmung nach sind die Bauten folgendermafsen geordnet:

- Nr. 1 bis 10 Casernenbauten, und zwar:
  - Nr. 1 bis 4 Casernenanlagen für Infanterie,
  - Nr. 5 Exercirhaus,
  - Nr. 6 Casernenanlage für Cavallerie,
  - Nr. 7 Stallanlage für Cavallerie,
  - Nr. 8 und 9 Reitbahnen,
  - Nr. 10 Casernenanlage für Fufs-Artillerie,
- Nr. 11 Kriegsschule,
- Nr. 12 und 13 Garnison-Lazareth-Anlagen,
- Nr. 14 Zwei Dienstwohngeb. f. Beamte eines Proviant-Amtes,
- Nr. 15 Oekonomie-Gebäude,
- Nr. 16 Garnison-Waschanstalt,
- Nr. 17 Garnison-Bäckerei,
- Nr. 18 Train-Depot.

Zur Bezeichnung der einzelnen Räume in den Grundrissen und Beischriften sind dieselben Buchstaben wie in der vorigen Tabelle gewählt; es bedeutet:

- *a* — Arrestzelle,
- *ab* — Abdampfraum,
- *af* — Aufzug,
- *ag* — Ausgaberaum für Wäsche,
- *an* — Annahmeraum für Wäsche,
- *al* — Ablegeraum (Garderobe),
- *ar* — Anrichteraum (Buffet),
- *b* — Bureau,
  - *bb* — Bataillons-Bureau,
  - *gb* — Garnison-Verw.-Bureau,
  - *rb* — Regiments-Bureau,
- *ba* — Badeanstalt, Badestube,
- *bk* — Backraum,
- *bm* — Büchsenmacherei (Werkstatt nebst Waffenkammer),
- *bo* — Bodenraum,
- *br* — Beschlagraum,
- *bs* — Beschlagschmiede,
- *bt* — Brotraum,
- *bu* — Burschenstube,
- *bz* — Bücherzimmer (Bibliothek),
- *c* — Cantine, Marketenderei,
- *ca* — Casse,
- *ch* — Zimmer des Chefarztes,
- *co* — Conferenzzimmer,
- *d* — Dispensiranstalt,
- *de* — Desinfectionsraum,
- *dz* — Directorzimmer,
- *e* — Eisenkammer,
- *f* — Fähnrichstube,
- *g* — Gang (Corridor), Flur,
- *gz* — Geschäftszimmer,
- *h* — Handwerkerstube, Werkstatt,
- *hg* — Heizgang, Heizraum,
- *hm* — Stube für einen Handwerksmeister,
- *i* — Flickstube,
- *k* — Küche,
  - *mk* — Mannschaftsküche,
  - *ok* — Offiziersküche,
  - *uk* — Unteroffiziersküche,
  - *spk* — Spülküche,
  - *tk* — Theeküche,
  - *wk* — Waschküche,
- *ka* — (Montirungs-) Kammer,
  - *bka* — Bataillons-Kammer,
  - *cka* — Compagnie-Kammer,
  - *lka* — Kammer für das Landw.-Bezirks-Commando,
  - *rka* — Regiments-Kammer,
- *kö* — Stube der Köchin, oder des Küchenpersonals,
- *kr* — Kranken-Saal oder -Stube,
- *l* — Lehrsaal,
- *le* — Lesezimmer,
- *lg* — Lazareth-Gehülfen-Stube,
- *lh* — Leichenhalle,
- *lv* — Lehrerversammlungszimmer, Lehrerzimmer,
- *m* — Mannschaftsstube,
- *md* — Modellkammer,
- *mr* — Maschinenraum,
- *mu* — Musikbühne (Orchester),
- *n* — Waschraum,
- *oa* — Offizier-Arrestzelle,
- *ob* — Obductionsraum,
- *or* — Ordonnanzenstube,
- *ov* — Offizierversammlungszimmer,
- *p* — Pissoir,
- *po* — Polizeiunteroffizier-Stube,
- *pu* — Putzraum,
- *q* — Abtritt,
- *r* — Rollkammer,
- *rz* — Receptionszimmer,
- *s* — Speisesaal,
  - *ms* — Mannschafts-Speisesaal,
  - *os* — die zur Offizier-Speiseanstalt gehörigen Räume, (Casino),
  - *us* — Unteroffizier-Speisesaal und die dazu gehörigen Nebenräume,
  - *ss* — Schüler-Speisesaal und die dazu gehörigen Nebenräume,
- *sk* — Sattel- (Geschirr-) Kammer,
- *sr* — Schreiberstube,
- *sv* — Schülerversammlungszimmer,
- *sz* — Schülerzimmer (Wohnzimmer nebst Schlafkammer),
- *ta* — Tagesraum,
- *to* — Tonnenraum,
- *tr* — Trockenboden,
- *u* — Unteroffizierstube,
- *uv* — Unteroffizierversammlungszimmer,
- *v* — Vorraum, Vorhalle,
- *vf* — Verfügbarer Raum,
- *vr* — Vorrathsraum,
- *w* — Wohnung,
  - *aw* — Wohn. f. einen Arrest-Aufseher,
  - *bw* — Wohn. f. einen Büchsenmacher,
  - *cw* — Wohn. f. einen Casernenwärter,
  - *dw* — Wohn. f. einen Arzt,
  - *fw* — Wohn. f. einen Feldwebel, (Wachtmeister),
  - *iw* — Wohn. f. einen Casernen- (Waschhaus-) Inspector,
  - *lw* — Wohn. f. einen Lazareth-inspector,
  - *mw* — Wohn. f. einen Marketender,
  - *öw* — Wohn. f. einen Oekonom,
  - *ofw* — Wohn. f. einen Oberfeuerwerker,
  - *ow* — Wohn. f. einen Offizier,
  - *pw* — Wohn. f. einen Pförtner,
  - *rw* — Wohn. f. einen Rofsarzt,
  - *uw* — Wohn. f. einen verheir. Unteroffizier,
  - *ww* — Wohn. f. einen (Kranken-) Wärter,
  - *zw* — Wohn. f. einen Zahlmeister oder Zahlmeisteraspirant,
- *wa* — Wachtstube,
- *wf* — Raum für Waschfrauen,
- *wm* — Wäsche-Magazin (-Zimmer),
- *wr* — Raum für reine Wäsche,
- *ws* — Raum für schmutzige Wäsche,
- *wx* — Wärterzimmer,
- *x* — Raum für Brennstoffe,
- *y* — Raum für Geräthe,
- *z* — Zuschneideraum.

1	2	3	4		5	6	7		8			9	10						
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues	Nummer des Armee-Corps-Bezirks	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Höhen des			Rauminhalt	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten						
			von	bis			im Erdgeschofs qm	davon unterkellert qm	Kellers bezw. Sockels m	Erdgeschosses usw. m	Drempels m	cbm	Mann	Betten	Arrestzellen	Pferdestände	Schmiedefeuer	Fahrzeuge, bezw. Geschütze	Sitze
1	Casernen-Anlage f. 2 Comp. d. 2. Ostpr. Gren.-Reg. Nr. 3 in **Gumbinnen**	I	81	83	Schneider (*Insterburg*)	—	—	—	—	—	—	—	253	—	1	—	2	—	16
	a) Caserne					K=mk, ms, us, wa, a, 2pu, wk, r, ba, mw, vr.., x.. E siehe Abbildung, I=11 m, 2u, 2ow, 2uw, 2q, II bezw. D=2m, 2f, 6u, 2cka, bo.	1201,4	1201,4	—	—	—	17455,5	253	—	(1)	—	—	—	—
	Mittelbau						113,8	113,8	3,3	E=3,8 I=3,8	3,85	1678,6							
	2 Eckbauten zus.						553,4	553,4	3,3	E=3,8 I=3,8 II=3,8	2,65	9601,5							
	Zwischenb. zus.						534,2	534,2	3,3	E=3,8 I=3,8	1,66	6175,4							
	b) Büchsenmacherei						86,3	—	—	3,26	—	281,3	—	—	—	—	2	—	—
	c) Abtrittsgebäude	—			—		50,1	—	1,6	2,65	—	212,9	—	—	—	—	—	—	16
	d) Nebenanlagen	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	e) Bauleitungskosten	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	Für 2 Comp. Inf. in **Göttingen**	X	79	82	entworf. von Meyer, ausgef. von Linz (*Braunschweig*)	—	—	—	—	—	—	—	328	—	9	—	—	—	16
	a) Caserne					K=mk, ms, uk, us, 2pu, wk, r, ba, vr..., x... E siehe Abbildung, I=11 m, u, ow, 3uw, 2q, II=11 m, 4u, 2f, 2uw, 2q, III bezw. D=2m, 2u, hm, 2h (5), z, rka, 2cka, 2q.	1219,6	1219,6	—	—	—	22787,3	328	—	(9)	—	—	—	—
	2 Eckbauten und Treppenhausanbau zus.						587,4	587,4	3,3	E=3,85 I=3,85 II=3,85 III=3,85	1,98	12147,4							
	Längsbau						632,2	632,2	3,3	E=3,85 I=3,85 II=3,85	1,98	10639,9							
	b) Exercirhaus	—			—		454,1	—	—	5,5	—	2497,6	—	—	—	—	—	—	—
	c) Fahrzeugschuppen	—			—		201,8	—	—	4,0	—	807,2	—	—	—	—	—	—	—
	d) Waschküchen- u. Abtrittsgeb.	—			—		151,1	35,1	2,5	3,4	—	601,5	—	—	—	—	—	—	16
	e) Nebenanlagen	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	f) Bauleitungsk.	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

11					12							13							14
Kosten					Kostenbeträge für							Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen
nach d.		für d.			Bauleitung	Heizung		Gasleitung		Wasserleitung		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden	Treppen	
Anschlage ℳ	Ausführung ℳ	qm ℳ	cbm ℳ	Nutzeinheit ℳ	ℳ	im ganzen ℳ	für 100 cbm ℳ	im ganzen ℳ	f. d. Flamme ℳ	im ganzen ℳ	f. d. Hahn ℳ								
367047	**337061**	—	—	1332 (f. 1 Mann)	18810 (5,6%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
200126	241813	201,3	13,9	955,8	—	7210 Kachelöfen	126,8	—	—	—	—	Feldstein	Ziegel	Rohbau mit Verblendst., Sockel Granit	Schiefer auf Schalung	K., Flure und Treppenhäuser gewölbt, sonst Balkendecken	K. Ziegelpflaster, sonst Dielung	Granit, Haupttreppe zwischen Wangenmauern, Nebentreppen freitrag.	2 Offizierswohnungen; 7 Wohn. für verheirathete Unteroffiziere, bezw. Beamte u. den Marketender.
—	5957	69,0	21,2	2978,2	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	„	Balkendecken	Ziegelpflaster	—	—
9800	8502	169,7	39,9	531,4	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	„	Tonnenraum gewölbt, sonst sichtb. Dachv.	Asphalt	—	Abtritt mit Tonneneinrichtung und Pissoir.
67121	61979	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16874 ℳ für 237 m Umwehrungsmauer; 2986 ℳ f. 2 zus. 166 m tiefe Brunnen; 14335 ℳ f. Canalisation; 27784 ℳ f. Einebnung, Pflasterung, Bekiesung und Herstellung d. Exercirplatzes.
—	18810	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
399392	**384103**	—	—	1171 (f. 1 Mann)	39235 (10,2%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Außer der in Spalte 11 angegebenen Summe wurden noch 32119 ℳ f. d. Ausstattungsgegenstände ausgegeben. Wasserversorg. durch vorhand. Brunnen.
285744	245977	201,7	10,8	749,9	—	3439 eis. Ofen f. d. Mannschaftsstuben, Kachelöfen f. d. Wohnungen	36,5	—	—	—	—	Bruchstein	Ziegel	Rohbau mit Verblendst., Sockel u. Gurtges. Sandstein	deutscher Schiefer auf Schalung	K., Flure und Treppenhäuser gewölbt, sonst Balkendecken auf eis. Trägern	K. Ziegelpflaster, Cementguß oder Asphalt, Stuben Dielung aus Pitsche-Pine-Holz	Dolomit, Haupttreppe zwischen Wangenmauern, Nebentreppen freitragend	2 Offizierswohnungen; 7 Wohnungen für verheir. Unteroffiziere, bezw. Beamte. Die Badeeinrichtung hat 2200 ℳ gekostet.
10000	9666	21,8	3,9	—	—	—	—	—	—	—	—	„	Ziegelfachwerk	Ziegelfachwerk	Pappe	sichtb. Dachverband	Lehmestrich	—	Dachbinder: vereinigtes Hänge- und Sprengewerk.
8130	6364	31,8	7,9	—	—	—	—	—	—	—	—	„	Ziegel	Rohbau mit Verblendst., Sockel Sandstein	deutscher Schiefer auf Schalung	„	Pflaster	—	wie vor.
13800	9243	61,2	15,4	—	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	„	Grube und Waschküche gewölbt, Abtritt sichtbarer Dachverb., sonst Balkendecken	Asphalt	—	Grubenabtritt mit Pissoir.
81718	73618	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		600 ℳ f. Asch- u. Müllgruben; 370 ℳ f. Schutzdächer für die Feuerlöschgeräthschaften; 615 ℳ f. d. Scheibenschuppen; 20045 ℳ f. 550 m Umwehrungsm.; 5520 ℳ f. Brücken und Wege; 27540 ℳ f. Einebnung; 15536 ℳ f. Entwässerung; 2905 ℳ f. Wasserversorgung; 487 ℳ f. Verschiedenes.
—	39235	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

1	2	3	4		5	6	7		8			9	10						
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues	Nummer des Armee-Corps-Bezirks	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriss nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Höhen des			Rauminhalt	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten						
			von	bis			im Erdgeschoss qm	davon unterkellert qm	Kellers bezw. Sockels m	Erdgeschosses usw. m	Drempels m	cbm	Mann	Betten	Arrestzellen	Pferdestände	Schmiedefeuer	Fahrzeuge, bezw. Geschütze	Sitze
3	Casernen-Anlage für das 2. Bat. des Oldenb. Inf.-Reg. Nr. 91 in **Oldenburg**	X	82	84	entw. im Kriegs-Minist. ausgef. von Werner (*Oldenburg*)		—	—	—	—	—	—	530	—	1	4	1	—	48
	a) Caserne	K=mk, 2ms, ok, wk, r, ba, to, E siehe Abbildung, I=18m, 3u, f, 2ow, sw, 2fw, 2b, uw, 2q. II=18m, 2u, sr, 2ow, 2fw, 2b, 2uw, 2q. III=2m, 8u, 5uw, 4pu, rka, bka, (2), 4cka, vf.					2159,2	2159,2	—	—	—	41990,4	530	—	(1)	—	—	—	—
	Mittelbau und westl. Eckbau						772,6	772,0	3,1	E=3,8, I=3,8, II=3,8, III=3,8	2,1	15748,8							
	nördl. Eckbau						343,6	343,6	3,0	E=4,2, I=3,8, II=3,8, III=3,8	2,1	7112,5							
	südl. u. ein Theil d. östl. Zwischenb.						617,8	617,8	3,1	E=3,8, I=3,8, II=3,8, III=3,3	1,25	11760,1							
	östl. Zwischenbau						355,5	355,5	3,0	E=4,2, I=3,8, II=3,8, III=3,3	1,25	6878,9							
	Vorbau						70,3	70,3	3,0	3,85	—	481,6							
	b) Pferdestall nebst Büchsenmacherei						111,5	—	—	4,75	3,25	802,0	—	—	—	4	1	—	—
	c) Feuerlösch- und Turngeräthescbuppen	—			—	—	81,0	—	—	3,3	—	267,3	—	—	—	—	—	—	—
	d) Abtrittsgebäude	—			—		165,7	—	1,0	3,0	—	662,8	—	—	—	—	—	—	48
	e) Nebenanlagen	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	f) Bauleitungskosten	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	Für das 1. Thür. Inf.-Reg. Nr. 31 in **Altona**	IX	78	86	Schmidt	—	—	—	—	—	—	—	1710	—	20	16	3	68	162
	a) Caserne I	—	78	80	—	siehe die Abbildungen auf S. 5.	2495,9	2495,9	—	—	—	49391,8	585	—	—	—	—	—	(54)
	Mittelbau und 2 Flügelbauten zus.						1364,6	1364,6	3,3	E=4,25, I=3,75, II=3,75, III=3,75	2,6	29302,4							
	2 Thürme zusammen						85,0	85,0	3,3	E=4,25, I=3,75, II=3,75, III=3,75, IV=3,75	3,5	2214,3							
	Zwischenbauten zus.						969,3	969,3	3,3	E=4,35, I=3,75, II=3,75	2,35	10695,8							
	2 Abtrittanb. zus.						77,0	77,0	3,3	E=4,25, I=3,75, II=3,1	—	1108,8							
	b) Caserne II	—					2398,5	2398,5	—	—	—	47772,2	572	—	(2)	—	—	—	(45)
	Mittelbau						304,7	304,7	3,8	E=4,25, I=3,8, II=3,8, III=3,8	3,0	8663,7							
	2 Thürme zus.						85,0	85,0	3,3	E=4,25, I=3,8, II=3,8, III=3,8, IV=3,8	3,5	2281,3							
	2 Eckbauten zus.						894,8	894,8	3,3	E=4,25, I=3,8, II=3,8, III=3,8	2,5	19198,5							
	Zwischenb. zus.						947,0	947,0	3,3	E=4,25, I=3,8, II=3,8	2,35	16572,5							
	2 Abtrittanb. zus.						77,0	77,0	3,3	E=4,25, I=3,8, II=3,1	—	1111,7							

1, 2, 3 = Caserne I, II, III, 4 = Offizier-Speiseanst., 5 = Exercierhaus u. Reitbahn, 6 = Arresthaus, 7 = Waschhaus, 8 = Offizier-Pferdestall, 9 = Büchsenmacherei, 10, 11 = Fahrzeugschuppen I u. II, 12 = Exercirplatz, 13 = Turnplatz, 14 = Trockenplatz, 15 = Garten.

11					12							13							14
Kosten					Kostenbeträge für							Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen
nach d.		für d.			Bauleitung	Heizung		Gasleitung		Wasserleitung		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden	Treppen	
Anschlage	Ausführung	qm	cbm	Nutzeinheit		im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	f. d. Flamme	im ganzen	f. d. Hahn								
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
525060	498600	—	—	941 (f. 1 Mann)	28764 (5,8%)	—	—	1132	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
452000	406077	188,1	9,7	766,2	—	7908 eiserne Oefen für die Mannschaftsstuben, Kachelöfen für die Wohnungen	56,0	820	9,1	—	—	Ziegel	Ziegel	Rohbau, Sockel und Gesimse z. Theil Sandstein	Holzcement	K., Flure und Treppenhäuser gewölbt, sonst Balkendecken	—	Granit, Haupttreppen zwischen Wangenmauern, Nebentreppen freitragend	6 Offizierswohnungen, 14 Wohnungen für verheirathete Unteroffiziere, Beamte usw. Es haben gekostet: 3640 ℳ d. Herde d. Mannschaftsküche; 2100 ℳ d. Badeeinrichtung.
9600	8336	74,7	9,3	—	—	—	—	—	—	—	—	„	„	Rohbau	„	Stall gewölbt, sonst Balkend.	Ziegelpflaster	Holz	Ueber den Gewölben des Stalles Balkenlage.
3700	3187	39,3	11,9	—	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	„	sichtb. Dachverband	Pflaster	—	—
18500	13822	83,4	20,9	287,9	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	„	„	Asphalt	—	Abtritt m. Tonnen-Einrichtung und 2 Pissoirs.
41200	38414	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1056 ℳ für Asch- und Müllgruben; 13632 ℳ für 303m Umwehrungsm.; 16000 ℳ für Pflasterung, Bekiesung und Gartenanlagen; 2166 ℳ für 2 Brunnen u. 7 Pumpen; 3717 ℳ für die Entwässerung; 517 ℳ für das Feuerleiterdach; 1014 ℳ für 1 Cisterne; 312 ℳ für die Gasleitung (außerhalb des Gebäudes).					
—	28764	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
2383200	2303789	—	—	1347 (f. 1 M.)	104431 (4,4%)	—	—	814	—	102070	—	—	—	—	—	Das Grundst. ist an d. städt. Gas- u. Wasserl. angeschl. Außerdem sind noch 2 Kessel- u. 5 eis. Rohrbr. mit Tiefpumpwerken angelegt. Für d. Abtr. sind keine besonderen Bauten errichtet, sond. dies. sind in den Geb. selbst untergebracht und mit Wasserspülung versehen.			
603000	566713	227,1	11,5	968,7	—	7737 eiserne Oefen und einige Kachelöfen	44,7	—	—	15600	—	Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Verblend- u. Formst., Sockel Sandst.	engl. Schiefer auf Schal.	K., Flure, Treppenhäuser u. Abtritte gewölbt, sonst Balkend. auf eis. Trägern	K. und Flure im E. Asph., sonst Dielung	Sandstein zwischen Wangenmauern mit Holzbelag	Die Kosten für die Abtritte sind in den Kosten für die Wasserleitung enthalten.
627000	543341	226,8	11,4	549,9		6770 wie vor.	45,4	—	—	13350	—		„	„	deutsch. Schiefer a. Schal.	„	„	„	wie vor.

Caserne I

Caserne II

1	2	3	4		5	6	7		8			9	10						
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues	Nummer des Armee-Corps-Bezirks	Zeit der Ausführung von	bis	Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschofs qm	davon unterkellert qm	Höhen des Kellers bezw. Sockels m	Erdgeschosses usw. m	Drempels m	Rauminhalt cbm	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten: Mann	Betten	Arrestzellen	Pferdestände	Schmiedefeuer	Fahrzeuge bezw. Geschütze	Sitze
	Casernen-Anlage f. d. 1. Thür. Inf.-Reg. Nr. 31 in **Altona**	IX	78	86	Schmidt														
	c) Caserne III	—	80	83	—	im E gb (10), sonst im wesentl. wie Cas. II.	2237,8	2237,8	—	—	—	45240,5	553	—	—	—	—	—	(48)
	Mittelbau u. 2 Eckbauten zus.						1375,3	1375,3	3,3	E = 4,25 I = 3,8 II = 3,8 III = 3,8	2,6	29637,7							
	2 Thürme zus.						85,0	85,0	3,3	E = 4,25 I = 3,8 II = 3,8 III = 3,8 IV = 3,8	3,5	2231,3							
	Zwischenbauten zus.						700,5	700,5	3,3	E = 4,25 I = 3,8 II = 3,8	2,35	12258,8							
	2 Abtrittanbauten zus.						77,0	77,0	3,3	E = 4,25 I = 3,3 II = 3,1	—	1112,7							
	d) Offizier-Speise-Anstalt	—	81	83	—		494,7	494,7	—	—	—	5910,7	—	—	—	—	—	—	(4)
	Speisesaal						175,8	175,8	3,0	6,0	1,25	2150,6							
	Langbau						280,1	280,1	3,0	E = 4,55 I = 3,3	1,4	3431,2							
	Vorbau					I = u, ow, öw, bz, mu, os.	38,8	38,8	3,0	4,95	0,45	325,9							
	e) Exercirhaus u. Reitbahn	—	80	81	—	—	2148,4	—	—	6,06	—	12997,8	—	—	—	—	—	—	—
	(z. Th. Umbau)					1 = Exercirhaus, 2 = Reitbahn, 3 = Kühlstall.													
	f) Arresthaus	—	82	83	—		381,1	381,1	—	—	—	4385,9	—	—	27	—	—	—	(10)
	Hauptbau						340,8	340,8	2,9	E = 3,8 I = 3,8	1,1	3919,2							
	Treppenhaus						16,4	16,4	2,8	E = 3,8 I = 3,8 II = 2,9	—	219,1							
	Abtrittanbau					I = 13 a, q, v, Gerichtssaal u. 2 Verhörzimmer.	23,9	23,9	2,8	E = 3,8 I = 3,8	—	248,6							
	g) Waschhaus	—	84	85	—		290,0	83,0	—	—	—	3090,6	—	—	—	—	—	—	(1)
	linker Flügelbau						106,6	—	—	E = 5,25 I = 2,75	2,3	1098,0							
	Mittelbau					K = x, y, q. I = tr.	83,0	83,0	2,8	E = 4,0 I = 2,75	2,3	983,6							
	rechter Flügelbau						100,4	—	1,0	E = 4,0 I = 2,75	2,3	1009,0							
	h) Offizier-Pferde-Stall	—	81	82	—		192,6	—	—	—	—	1194,0	—	—	—	16	—	—	—
	Hauptbau						162,8	—	—	4,5	1,8	1025,6							
	Vorbau						29,8	—	—	3,85	1,8	168,4							
	i) Büchsenmacherei	—	81	82	—		147,1	—	0,5	3,9	—	647,2	—	—	—	—	3	—	—
	k) Fahrzeugschuppen I	—	79	80	—	1 = Regt. u. 1 Bat. 2 = 2. u. 3. Bat. 3 = Branchen. 4 = Landw.-Bat. Altona. 5 = Landw.-Bat. Hamburg und Feld-Bat. Hamburg u. Altona.	662,0	—	—	5,25	—	3475,5	—	—	—	—	—	50	—

11 Kosten nach d. Anschlage ℳ	11 Kosten nach d. Ausführung ℳ	11 Kosten für d. qm ℳ	11 Kosten für d. cbm ℳ	11 Kosten für d. Nutzeinheit ℳ	12 Kostenbeträge für Bauleitung ℳ	12 Heizung im ganzen ℳ	12 Heizung für 100 cbm ℳ	12 Gasleitung im ganzen ℳ	12 Gasleitung f. d. Flamme ℳ	12 Wasserleitung im ganzen ℳ	12 Wasserleitung f. d. Hahn ℳ	13 Baustoffe und Herstellungsart der Grundmauern	13 Mauern	13 Ansichten	13 Dächer	13 Decken	13 Fußböden	13 Treppen	14 Bemerkungen
635000	500930	223,8	11,1	905,8	—	6842 eiserne Oefen und einige Kachelöfen	48,5	—	—	13300	—	Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Verbl.- und Formst., Sockel Sandstein	deutsch. Schiefer auf Schal.	K., Flure, Treppenhäus. u. Abtritte gew., sonst Balkend. auf eis. Trägern	K. und Flure im K. Asphalt, sonst Dielung	Granit zwisch. Wangenmauern	Bemerkung wie bei a.
111000	94351	190,7	16,0	—	—	2534 im wesentlichen Kachelöfen	118,2	814	8,1	1850	205,6	„	„	„	engl. Schiefer auf Schal.	K. und Treppenhäuser gew., sonst Balkend.	K. Asph., Küchen Fliesen, sonst Patent- u. eich. Stabfufsboden	Sandstein freitr. mit Holzbelag	Wohnung für 1 Offizier u. den Oekonomen.
79000	60250	28,0	4,8	—	—	—	—	—	—	—	—	„	„	Rohbau	„	sichtb. Dachv.	Lehmestrich	—	Eiserner Dachstuhl; schmiedeeiserne Fenster; die Reitbahn hat eine 2 m hohe hölzerne Bande und über dem Kühlstall eine Zuschauerbühne.
74187	68176	178,9	15,5	2525,0	—	3264 Kachelöfen, bezw. eis. Zellenöfen	260,8	—	—	3490	—	„	„	Rohbau mit Verbl.- und Formst., Sockel Granit	„	K., Flure und Treppenhäuser gew., sonst Balkend.	—	Haustein freitr.	Abtritte m. Wasserspülung. Die Zellen sind mit der Wachtstube durch elektrische Klingelleitung verbunden.
—	38875	134,1	12,6	—	—	—	—	—	—	3200	—	„	„	„	Holzcement	K., Flure, Treppenhaus u. Waschk. gew., sonst Balkend.	K., Flure und Waschk. Ziegelpflaster, sonst Dielung	Granit freitr.	Es haben gekostet: 368 ℳ d. Wasserheizofen, 943 „ d. Dämpfbottich, 298 „ d. Waschkessel, 100 „ d. Spülbottich, 350 „ d. Wäscheaufzug.
23500	17450	90,6	14,8	1090,6	—	—	—	—	—	—	—	„	„	Rohbau mit Verbl.-steinen	engl. Schiefer auf Schal.	Balkend. auf eis. Säulen	Klinker	Holz	Gufseis. Krippenschüsseln; schmiedeeis. Fenster.
13400	11419	77,6	17,6	3806,3	—	147 eis. Oefen	52,7	—	—	—	—	„	„	„	„	Balkend.	Asphalt bezw. Dielung	—	—
31900	30142	45,5	8,7	602,8	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	Pappe	sichtb. Dachv.	Feldsteinpflaster	—	Hölzerner Dachstuhl; schmiedeeis. Fenster.

1	2	3	4		5	6	7		8			9	10						
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues	Nummer des Armee-Corps-Bezirks	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Behaute Grundfläche		Höhen des			Rauminhalt	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten						
			von	bis			im Erdgeschofs qm	davon unterkellert qm	Kellers bezw. Sockels m	Erdgeschosses usw. m	Drempels m	cbm	Mann	Betten	Arrestzellen	Pferdestände	Schmiedefeuer	Fahrzeuge bezw. Geschütze	S[illegible]
	Casernen-Anlage für das 1. Thür. Inf.-Reg. Nr. 31 in **Altona**	IX	78	86	Schmidt														
	l) Fahrzeugschuppen II	—	84	85	—		331,6	—	—	3,9	—	1293,2	—	—	—	—	—	18	—
	m) Nebenanlagen	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	n) Insgemein	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	o) Bauleitungsk.	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	Exercirhaus für 2 Bat. Inf. in **Münster**	VII	83	85	Beyer (*Münster*)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	a) Exercirhaus	—			—	—	879,1	—	—	6,4	—	5626,2	—	—	—	—	—	—	—
	a') Gründung (*1,2 m hohe Sandschüttung*)	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	b) Nebenanlagen	—			—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	c) Bauleitungskosten	—			—						—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	Für 2 Escadrons des 1. Hess. Husaren-Reg. Nr. 13 in **Mainz**	XI	83	85	Reinmann (*Mainz*)	1=Caserne, 2=Reitbahn, 3=Stallungen, 4=Krankenstall, 5=Beschlagschmiede, 6=Abtrittsgebäude, 7=Reitplatz, 8=Exercirplatz, 9=Turnplatz, 10=Springgarten.					—	—	272	—	1	328	2	—	18
	a) Caserne					K=mk, ms, c, wk, r, ba, 2pu, vr..., x... E siehe Abbildung. I=9m, u, 2f, 3uw, rw, nw, p, y. II=10m, 3u, 3uw, d, p, y. III bezw. D=3h, vr..., ka..., bo...	1224,5	1224,5	—	—	—	23940,0	272	—	(1)	—	—	—	—
	Mittelbau						342,2	342,2	4,1	E=3,8, I=3,8, II=3,8, III=3,8	2,5	7460,0							
	2 Eckbauten zus.						477,0	477,0	4,1	E=3,8, I=3,8, II=3,8	3,5	9053,0							
	Zwischenbauten						405,3	405,3	4,1	E=3,8, I=3,8, II=3,8	2,8	7417,0							
	a') Gründung (*Pfeiler auf Beton*)	—			—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	b) Stallungen und Reitbahn	—			—		4570,0	—	—	—	—	37711,6	—	—	—	318	—	—	—
	6 Eckbauten und 2 Mittelbauten zus.					siehe die Abbildung auf S. 9.	1046,0	—	—	5,65	8,5	9580,2							
	Zwischenbauten						2760,5	—	—	5,65	2,63	22923,2							
	Reitbahn						763,5	—	—	6,9	—	5199,2							
	b') Gründung (*wie a'*)	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	c) Krankenstall	—			—	1=Stall f. leicht kr. Pferde, 2=Stall f. verdächtig kr. Pf., 3=Stall f. ansteckend kr. Pf.	176,3	—	—	—	—	1141,5	—	—	—	10	—	—	—
	—	—			—		168,7	—	—	4,3	2,3	1113,4							
	Vorbau						7,6	—	—	3,7	—	28,1							

11					12							13							14
Kosten					Kostenbeträge für							Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen
nach d.		für d.			Bauleitung	Heizung		Gasleitung		Wasserleitung		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden	Treppen	
Anschlage	Ausführung	qm	cbm	Nutzeinheit		im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	f. d. Flamme	im ganzen	f. d. Hahn								
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
—	11175	33,7	8,6	620,8	—	—	—	—	—	—	—	Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Verblendst.	Pappe	sichtb. Dachverband	Feldst.-pflaster	—	Hölzerner Dachstuhl; schmiedeeiserne Fenster.
176618	222332	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33939 ℳ f. 356 m Umwehrungsm.; 2360 ℳ f. 101 m Bretterzaun; 4622 ℳ f. 7 Asch- u. Müllgruben und 1 Dunggrube; 56000 ℳ f. Einebnung u. Drainage; 70194 ℳ f. 11252 qm Pflasterung; 3937 ℳ für Gartenanlagen und Baumpflanzungen; 51280 ℳ für Wasserl. und Wasserabführung außerh. des Geb.
8505	34204	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	104431	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
54700	**47215**	—	—	—	3560 (7,5%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
43490	31231	35,5	5,5	—	—	—	—	—	—	—	—	Ziegel	Ziegel	Rohbau	engl. Schiefer auf Schal.	sichtb. Dachverband	Lehmestrich	—	Polonceau-Binder; Thore und Fenster aus Schmiedeeisen.
—	2844	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1485 ℳ f. 105 m Plankenzaun; 4555 ℳ f. Einebnung und Pflasterung; 3500 ℳ f. d. Entwässerung; 40 ℳ für Verschiedenes.
9700	9580	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1510	3560	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		Das Grundstück ist durchschnittlich um 3,7 m erhöht worden. Das Trinkwasser wird aus einer unter d. Festungswällen gelegenen Quelle n. d. Grundstück geleitet. Für das Gebrauchswasser sind 4 Brunnen m. Pumpen angelegt. Außer der in Spalte 11 angeg. Summe wurden noch 13611 ℳ f. d. Ausstattungs-Gegenstände ausgegeben.
1311600	**1060108**	—	—	3897 (für 1 Mann)	38736 (3,7%)	—	—	—	—	18926	—	—	—	—	—	—	—		
310258	260340	212,6	10,9	957,1	—	2907 eiserne	43,1 Oefen	—	—	601	100,1	Bruchstein	Ziegel	Rohbau mit Verblendst., Sockel Basaltlava, Gesimse Sandst.	Holzcement	K., Flure und Treppenhäuser gewölbt, sonst Balkend.	Dielung aus Eichenholz	Basaltlava, Haupttreppe zwischen Wangenmauern, Nebentr. freitrag.	2 Offizierswohnungen, 8 Wohnungen für verheirathete Unteroffiziere, bezw. Beamte.
88310 f. alle Bauten zus.	6089	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
483558	404454	88,5	10,7	1240,4	—	—	—	—	—	1358	113,2	„	„	Sockel nach dem Springgarten Sandst.-Quadern	Stallungen: Holzcement	Stallungen: Kreuzgewölbe auf eis. Säulen	Stallungen: Thonplatten	Stallungen: Basaltlava	
															Reitbahn: deutsch. Schiefer a. Schal.	Reitbahn: sichtb. Dachverband	Reitbahn: —	Reitbahn: —	Reitbahn: Polonceau-Binder.
(siehe bei a¹)	12769	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
19500	13967	79,2	12,2	1396,7	—	—	—	—	—	—	—	„	„	wie bei a	Holzcement	preuß. Kappen	Thonplatten	Holz	Die Stände für verdächtig und ansteckend kranke Pferde sind durch Mauern getrennt.

1	2	3	4		5	6	7		8			9	10						
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues	Nummer des Armee-Corps-Bezirks	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriss nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Höhen des			Raum-inhalt	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten						
			von	bis			im Erdgeschoss qm	davon unterkellert qm	Kellers bezw. Sockels m	Erdgeschosses usw. m	Drempels m	cbm	Mann	Betten	Arrestzellen	Pferdestände	Schmiedefeuer	Fahrzeuge, bezw. Geschütze	Sitze
	Casernen-Anlage f. 2 Escadrons d. 1. Hess. Hus.-Reg. Nr. 13 in **Mainz**	XI	83	85	Reinmann (*Mainz*)														
	c') Gründung (*Sandschüttung*)	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	d) Beschlagschmiede	—			—		168,0	—	—	—	—	618,1	—	—	—	—	2	—	—
	Schmiede						84,8	—	—	4,15	—	351,9							
	Beschlaghalle						83,2	—	—	3,2	—	266,2							
	d') Gründung (*wie c'*)	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	e) Abtrittsgebäude	—			—	—	113,7	—	3,15	3,30	—	733,4	—	—	—	—	—	—	18
	e') Gründung (*wie c'*)	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	f) Nebenanlagen	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	f') Gründung der Umwehrungsm.	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	g) Bauleitungsk.	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	Stallanlage für 2 Escadrons d. Litth. Ul.-Reg. Nr. 12 in **Insterburg**	I	81	83	Schneider (*Insterburg*)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	220 (220)	2	—	14
	a) Stallungen	—			—	im wesentl. wie Nr. 6, b	2561,0	—	—	—	—	16686,2	—	—	—	220	—	—	—
	Stallgruppe I						993,1	—	—	5,23	1,4	5324,6	—	—	—	66	—	—	—
	Stallgruppe II						602,3	—	—	5,23	1,68	5560,8	—	—	—	66	—	—	—
	Stallgruppe III						965,6	—	—	5,23	0,9	5657,8	—	—	—	88	—	—	—
	b) Reitbahn (*in Verbindung mit a*)	—			—	im wesentl. wie Nr. 6. b	724,0	—	—	6,4	—	4633,6	—	—	—	—	—	—	—
	c) Krankenstall m. Wagenschuppen	—			—		343,8	—	—	—	—	1581,5	—	—	—	9	—	—	—
	Stall						185,2	—	—	4,2	1,0	963,0	—	—	—				
	Schuppen					1 = Stall für nicht ansteckend kr. Pferde, 2 u. 3 = Stall f. verdächtig u. ansteckend kr. Pferde, 4 = Laufstall, 5 = Spritzenraum, 6 = Wagenschuppen.	158,6	—	—	3,9	—	618,5	—	—	—				
	d) Beschlagschmiede m. Wagenschuppen	—			—		241,4	—	—	—	—	1147,6	—	—	—	—	2	—	—
	Schmiede						88,2	—	—	4,64	—	409,2							
	Mittelbau					1 = Wagenschuppen, 2 = Escadr.-Kammern.	66,1	—	—	4,2	1,7	300,0							
	Wagenschuppen						87,1	—	—	4,0	—	348,4							
	e) Abtrittsgebäude	—			—	—	55,2	—	1,5	2,8	—	237,4	—	—	—	—	—	—	14

11					12							13							14
Kosten					Kostenbeträge für							Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen
nach d.		für d.			Bauleitung	Heizung		Gasleitung		Wasserleitung		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden	Treppen	
Anschlage ℳ	Ausführung ℳ	qm ℳ	cbm ℳ	Nutzeinheit ℳ	ℳ	im ganzen ℳ	für 100 cbm ℳ	im ganzen ℳ	f. d. Flamme ℳ	im ganzen ℳ	f. d. Hahn ℳ								
(siehe bei a')	1925	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7500	9510	56,6	15,4	4755	—	—	—	—	—	—	—	Beschlag-Schmiede: Bruchstein	Ziegel	wie bei a	Holzcement	sichtb. Dachverband	—	—	
(siehe bei a')	1371	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Beschlag-Halle: Ziegel	schmiedeeisernes Gerüst mit verzinktem Eisen-Wellblech				—	—	
18600	15060	132,5	20,5	836,7	—	—	—	—	—	—	—	Bruchstein	Ziegel	wie bei a	Holzcement	Tonnenr. gew., sonst sichtb. Dachvb.	Asphalt	Basaltlava	Abtritte mit Tonneneinrichtung und Pissoir.
(siehe bei a')	1608	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
339644	291723	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
(siehe bei a')	2556	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
44230	38736	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
367741	339647	—	—	1544 (f. 1 Pferd)	21300 (6,3%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40601 ℳ für 494 m Umwehrungsmauer; 1337 „ f. Asch-, Müll- u. Dunggruben; 121254 „ f. Aufhöhung u. Einebnung des Grundstücks; 43362 „ f. Regulirung der angrenzenden Strafsen; 38695 „ für 10300 qm Pflasterung, Chaussirung und Gartenanlage; 16967 „ für Wasserversorgung; 16337 „ für Entwässer.; 13170 „ für Herstellung der Reitplätze u. d. Springgartens.
222500	178625	69,7	10,7	811,9	—	—	—	—	—	—	—	Feldst.	Ziegel	Rohbau mit Verblendst.	Schiefer auf Schalung	Kreuzgewölbe auf gufseis. Säulen	hochkant. Klinkerpflaster, Dachboden Dielung	Granit freitragend	Der Dachboden dient als Futterspeicher.
69250																			
69250																			
84000																			
34500	29247	40,4	6,3	—	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	„	sichtb. Dachverband	—	—	—
24500	19583	57,0	12,4	—	—	—	—	—	—	—	—	„	„	Rohbau	„	Balkendecken bezw. sichtb. Dachverband	hochkant. Klinkerpflaster, Dachboden Dielung	Holz	Die Stände für ansteckend kranke Pferde sind durch Mauern von einander getrennt.
16500	16400	67,9	14,3	—	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	Mittelbau Schiefer auf Schal., sonst Wellblech	Mittelbau Balkendecken, sonst sichtb. Dachverband	„	„	Schmiede u. Wagenschuppen haben eis. Dachverband.
8600	7380	133,7	31,1	527,2	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	Schiefer auf Schalung	Tonnenr. gewölbt, sonst sichtb. Dachv.	Asphalt	—	Abtritt mit Tonneneinrichtung und Pissoir.

1	2	3	4		5	6	7		8			9	10						
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues	Nummer des Armee-Corps-Bezirks	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Höhen des			Rauminhalt	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten						
			von	bis			im Erdgeschofs qm	davon unterkellert qm	Kellers bezw. Sockels m	Erdgeschosses usw. m	Drempels m	cbm	Mann	Betten	Arrestzellen	Pferdestände	Schmiedefeuer	Fahrzeuge, bezw. Geschütze	Sitze
	Stallanlage für 2 Escadrons d. Litth. Ul.-Reg. Nr. 12 in **Insterburg**	I	81	83	Schneider (*Insterburg*)														
	f) Nebenanlagen	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	g) Bauleitungsk.	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	Reitbahn f. 1 Escadron d. Westpreufs. Kürassier-Reg. Nr. 5 in **Guhrau**	VI	85	86	entw. v. Herzberg, ausgef. v. Zaar (*Breslau*)	—	848,8	—	—	—	—	5269,8	—	—	—	—	—	—	—
	Reitbahn						730,7	—	—	6,42	—	4691,1							
	Kühlstall						118,1	—	—	4,90	—	578,7							
9	Reitbahn f. 3 Escadrons d. Schles. Hus.-Reg. Nr. 4 in **Ohlau**	VI	85	86	Zaar (*Breslau*)	—	863,6	—	—	—	—	5412,3	—	—	—	—	—	—	—
	Reitbahn						729,5	—	—	6,5	—	4741,8							
	Kühlstall						134,1	—	—	5,0	—	670,5							
10	Casernen-Anlage f. d. Schlesw. Fufs-Art. Bat. Nr. 9 in **Lehe**	IX	83	86	Kentenich (*Altona*)	—	—	—	—	—	—	—	493	—	11	8	—	—	24
	a) Caserne	—			—	K = mk, ms, ok, e, 4pu, 2wk, 2r, ba, vr . . ., x . . . E s. die Abbildung a. S. 13. I = 10m, 7u, 3ow, 2ofw, fw, b, 3uw, 7a, bb(4), 2q, 2p. II = 19m, 10u, f, 2fw, 2b, 3uw, q. III bezw. D = 4m, 11u, sr, zw, fw, b, 2uw, 2h (4), z, vr, 4cka, bka (2), lka (2), 3ka.	2271,9	2259,9	—	—	—	45476,7	493	—	(11)	—	—	—	—
	Mittelbau, westl. u. östl. (z. Th.) Flügelbauten.						1250,4	1250,4	3,1	E = 3,8 I = 3,8 II = 3,8 III = 3,8	2,6	26133,4							
	östl. Flügelbau (z. Th.)						327,4	327,4	3,1	E = 4,48 I = 3,8 II = 3,8 III = 3,8	2,6	7065,3							
	Zwischenbauten						682,1	682,1	3,1	E = 3,8 I = 3,8 II = 3,8	i. M. 3,4	12209,6							
	Vorbau						12,0	—	—	5,7	—	68,4							
	b) Exercirhaus	—			—	—	1256,0	—	—	6,0	—	7536,0	—	—	—	—	—	—	—
	c) Pferdestall	—			—	—	95,9	—	—	—	—	642,9	—	—	—	8	—	—	—
	Stall						75,4	—	—	4,4	2,5	520,3							
	Anbau						20,5	—	—	3,78	2,2	122,6							
	d) Büchsenmach. (*Umbau*)	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	e) Abtrittsgebäude	—			—	E = Raum f. d. Tonnenwagen, I siehe Abbildung.	123,2	—	—	E = 2,6 I = 3,3	—	751,5	—	—	—	—	—	—	24
	f) Nebenanlagen	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	g) Bauleitungskosten	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

11					12							13							14
Kosten					Kostenbeträge für							Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen
nach d.		für d.			Bau-leitung	Heizung		Gas-leitung		Wasser-leitung		Grund-mauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden	Treppen	
Anschläge ℳ	Ausführung ℳ	qm ℳ	cbm ℳ	Nutzeinheit ℳ	ℳ	im ganzen ℳ	für 100 cbm ℳ	im ganzen ℳ	f. d. Flamme ℳ	im ganzen ℳ	f. d. Hahn ℳ								
61141	67112	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			1902 ℳ f. 2 Gitterthore mit Pfeilern; 7867 „ f. 333 m Bretterzaun; 2507 „ f. 3 Dunggruben; 130 „ f. d. Probirbahn; 8473 „ f. 3 zus. 61 m tiefe Brunnen; 603 „ f. Rohrleitung; 8194 „ f. Einebnung; 20955 „ f. 5530 qm Pflasterung; 6481 „ f. Herstellung der Reitplätze; 10000 „ f. d. Entwässerung.
—	21300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
38662	32681	—	—	—	2325 (7,1%)	—	—	—	—	—	—	Ziegel	Ziegel	Rohbau	deutsch. Schiefer auf Schal.	sichtbarer Dachverband	—	—	Reitbahn: Polonceau-Binder; 1,75 m hohe hölzerne Bande.
	30356	35,8	5,8	—															
36500	32859	—	—	—	1790 (5,4%)	—	—	—	—	—	—	„	„	„	Reitbahn deutsch. Schiefer auf Schal., Kühlstall Holzcement	„	—	—	wie vor.
	31069	36,0	5,7	—															
737830	729004	—	—	1479 (f. 1 Mann)	32908 (4,5%)	—	—	—	—	1502	—	—	—	—	—	—	—	—	Außer d. in Spalte 11 angegebenen Summe wurden noch 35900 ℳ für die Ausstattungs-Gegenstände ausgegeben.
564000	492398	216,7	10,8	999,0	—	7116 eis. Regulir-Füllöfen f. d. Mannschaftsstuben, Kachelöfen f. d. Wohnungen	44,2	—	—	1502	214,6	Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Verbl.-steinen, Sockel Basaltlava, Hauptges. Sandst.	Holzcement	K., Flure und Treppenhäuser gew., sonst Balkend. auf eis. Trägern	K. gerefte Klinker, Flur im E. u. Podeste Thonplatten, sonst Dielung	Trachyt zwisch. Wangenmauern	7 Offizierswohnungen, 15 Wohnungen für verheirathete Unteroffiziere, bezw. Beamte und den Oekonom.
43500	41165	32,8	5,5	—	—	—	—	—	—	—	—	Ziegel	Ziegel	Rohb. m. Verbl.-steinen	Wellenblech	sichtb. Dachv.	Lehmestrich	—	Das Dach ist bogenförmig aus Trägerwellblech hergestellt u. wird durch eis. Zugstangen zusammengehalten.
9400	9900	103,2	15,4	1237,5	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	Holzcement	preuß. Kappen zwisch. eis. Träg. auf eis. Säulen	Klinker	Holz	Ueber d. Gewölben Balkenlage.
2500	3075	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
13500	15815	128,4	21,4	659,0	—	—	—	—	—	—	—	Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Verbl.-steinen	Holzcement	E. gew., sonst Balkend.	—	Trachyt	Abfuhreinrichtung mit eis. Tonnenwagen, welche im E. aufgestellt sind.
104930	133743	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			16580 ℳ f. 264 m Umwehrungsmauer; 2217 „ f. 117 m Plankenzaun; 560 „ f. 2 Asch- und Müllgruben; 32910 „ f. d. Entwässerung; 28244 „ f. Einebnung; 50539 „ f. Pflasterung und Wegeanlage; 1356 „ f. einen 29 m tiefen Brunnen; 1190 „ f. Gartenanlagen; 117 „ f. Wassertröge.
—	32908	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			

1	2	3	4		5	6	7		8			9	10						
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues	Nummer des Armee-Corps-Bezirks	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Höhen des			Raum-inhalt	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten						
			von	bis			im Erdgeschofs qm	davon unterkellert qm	Kellers bezw. Sockels m	Erdgeschosses usw. m	Drempels m	cbm	Mann	Betten	Arrestzellen	Pferdestände	Schmiedefeuer	Fahrzeuge bezw. Geschütze	Sitze
11	Kriegsschule in **Glogau**	V	83	84	entw. im Kriegs-Min., ausgef. von Kalkhof (*Glogau*)	1 = Hauptgebäude, 2 = Pferdestall, 3 = Reitbahn, 4 = Turn- und Fechthalle, 5 = Geschützschuppen, 6 = Abtrittsgebäude, 7 = Kegelbahn, 8 = Turnplatz, 9 = Exercirplatz, 10 = Reitplatz, 11 = Garten.					—	—	100 (Schüler) 71 (Mann)	—	1	48	—	—	19
	a) Hauptgebäude	—			—	—	1441,1	1441,1	—	—	—	30255,3	100 (Schüler) 50 (Mann)	—	(1)	—	—	—	(4)
	östlicher Eckbau						311,0	311,0	3,3	E = 4,43, I = 4,1, II = 4,1, III = 3,9	2,5	6913,5							
	Mittelbau						297,9	297,9	3,3	E = 4,43, I = 4,1, II = 4,1, III = 3,8	3,0	6771,3							
	westl. Eckbau						304,4	304,4	3,3	E = 4,1, I = 4,1, II = 4,1, III = 3,6	2,5	6666,4							
	östl. Zwischenbau					K = k, ar, spk, ms, wk, r, 2ba, öw, pw, 2q, vr..., x.... E siehe Abbildung.	263,9	263,9	3,3	E = 4,43, I = 4,1, II = 4,1	3,0	4005,6							
	westl. Zwischenbau					I = 9sz, 21, lv, 3b, ow, zw, u, m, a. II = 9sz, 21, md, 3ow, 2m, q.	263,9	263,9	3,3	E = 4,1, I = 4,1, II = 4,4	3,0	4008,5							
	b) Pferdestall	—			—	III bezw. D = 6sz, bz, (2), 2md, 3m, h, pu, ka...	602,1	—	—	—	—	5017,8	(21)	—	—	48	—	—	—
	Eckbau						173,7	—	—	E = 5,37, I = 3,8	1,96	1533,3							
	Langbau						428,4	—	—	5,24	1,96	3484,5							
	c) Reitbahn (*im Zusammenhange mit b*)	—			—	—	743,9	—	—	7,2	—	5351,8	—	—	—	—	—	—	—
	d) Turn- u. Fechthalle	—			—	—	402,4	—	—	6,7	—	2696,1	—	—	—	—	—	—	—
	e) Geschützschuppen	—			—	—	90,3	—	—	3,0	—	270,9	—	—	—	—	—	—	—
	f) Abtrittsgebäude	—			—	—	61,6	—	1,05	2,87	—	241,5	—	—	—	—	—	—	15
	g) Nebenanlagen	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	h) Bauleitungskosten	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	Krankenblock f. d. Garnison-Lazareth in **Lübeck**	IX	83	84	Drewitz (*Schwerin*)	I = 3kr, ba, q.	255,4	231,5	—	—	—	3366,4	—	28	—	—	—	—	(4)
	Eckbau						78,3	78,3	2,08	E = 4,3, I = 4,3, II = 4,3	—	1169,0							
	Langbau						154,9	131,0 / 23,9	2,08 / 0,08	E = 4,3, I = 4,3	2,2	1955,1							
	Abtrittsanbau						16,2	16,2	2,98	E = 3,4, I = 3,4	1,4	180,3							
	Verbindungsgang						6,0	6,0	2,98	E = 3,4, I = 4,0	—	62,0							

11					12							13							14
Kosten					Kostenbeträge für							Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen
nach d.		für d.			Bauleitung	Heizung		Gasleitung		Wasserleitung		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden	Treppen	
Anschlage	Ausführung	qm	cbm	Nutzeinheit		im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	f. d. Flamme	im ganzen	f. d. Hahn								
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
601528	**610466**	—	—	6105 *(f. 1 Schüler)*	32580 (5,3%)	—	—	4197	—	4528	—	—	—	—	—	—	—	—	Das Grundstück ist an die städt. Gasleitung angeschlossen. Die Wasserleitung wird aus d. Brunnen mittels einer Gaskraftmaschine gespeist.
366837	351350	243,8	11,6	3513,5 *(f. 1 Schüler)*	—	8092 Kachelöfen in den Wohnräumen, in den Lehr- und Speisesälen eis. Oefen	78,5	2820	24,3	3563	274,0	Bruchstein	Ziegel	Rohbau mit Verblendsteinen, Sockel, Zinnenabdeck. und Fenstersäulen Sandstein	Holzcement	K., Flure und Treppenhäuser gewölbt, sonst Balkendecken auf eis. Trägern	Eingangsflure u. Küchen Fliesen, Wohnräume Dielung	Granit, Haupttreppe durch eiserne Träger unterstützt, Nebentreppen freitragend	7 Offizierswohnungen; 2 Wohnungen f. d. Pförtner und den Oekonom; außerdem liegen in dem Gebäude noch 2 Unteroffiziere, 6 Burschen und 37 Ordonanzen. Die Kücheneinrichtung hat 2065 ℳ gekostet.
58000	59104	98,0	11,8	1231,3	—	268 eiserne	70,7 Oefen	—	—	269	269,0	„	„	Rohbau mit Verblendst.	„	E. und Treppenhaus gewölbt, sonst Balkend.	E. Klinkerpfl., sonst Dielung	Granit freitragend	massive Krippen, eiserne Fenster.
44000	39843	53,6	7,4	—	—	—	—	323	40,4	—	—	„	„	„	„	sichtb. Dachverband	—	—	Firstlaterne; eiserner Dachstuhl; eiserne Fenster; 2,20 m hohe hölz. Bande.
22800	22250	55,3	8,8	—	—	708 eiserne	31,1 Oefen	176	22,0	—	—	„	„	„	„	„	Dielung	—	eiserner Dachstuhl; eiserne Fenster.
3000	2893	32,0	10,7	—	—	—	—	—	—	—	—	Klinker	Fachwerk	Bretterverschal.	Pappe	„	Klinkerpflaster	—	—
7000	6463	104,9	26,8	430,9	—	—	—	39	7,8	—	—	Bruchstein	Ziegel	Rohb. m. Verbl.	Holzcement	„	—	—	Tonneneinrichtung; Die Wände d. Pissoirs sind mit Schiefer bekleidet.
70190	95963	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	806 ℳ f. Asch-, Müll- u. Dunggr.; 14415 „ f. 211 m Umwehrungsm.; 8007 „ f. 94 m Futtermauer; 18388 „ f. Einebnung und Platzbefestigung; 10296 „ f. 2371 qm Pflaster; 770 „ f. Gartenanlagen; 2329 „ f. d. Kegelbahn;					1052 ℳ f. d. Bande der offenen Reitbahn; 23834 „ f. d. 123 m tiefen artes. Brunnen; [d. Gebäudes); 696 „ f. d. Wasserl. (außerhalb 8038 „ f. d. Entwässerung; 839 „ f. d. Gasl. (außerh. d. Geb.); 6513 „ f. Verschiedenes.
29701	32850	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
61000	**55942** 48735	— 190,8	— 14,5	— 1740,5	7207 (12,9%)	1190 Kachelöfen	107,2	355	27,9	533	106,6	Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Verblend- und Formst., Sockel Granit	franz. Schiefer auf Schal., Abtrittsanbau Pappe	K., Flure, Treppenhaus, Badest. und Lazarethgeh.-St. gewölbt, sonst Balkendecken auf eis. Trägern	Dielung	Granit freitragend	Das Gebäude ist an die städt. Gas- und Wasserleitung angeschlossen. Der Keller ist nicht zugänglich, sondern zur Hälfte mit Erde ausgefüllt und dient nur als Luftraum unter d. Erdgeschoß. Mit den Oefen ist eine Lüftungsvorrichtung verbunden. Die Abtritte haben Tonneneinrichtung.

1	2	3	4	5	6	7		8			9	10						
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues	Nummer des Armee-Corps-Bezirks	Zeit der Ausführung von bis	Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschofs qm	davon unterkellert qm	Höhen des Kellers bezw. Sockels m	Erdgeschosses usw. m	Drempels m	Rauminhalt cbm	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten: Mann	Betten	Arrestzellen	Pferdestände	Schmiedefeuer	Fahrzeuge bezw. Geschütze	Sätze
13	Garnison-Lazareth-Anlage in **Braunschweig**	X	78 81	Meyer bezw. Linz (*Braunschw.*)		—	—	—	—	—	—	—	94	—	—	—	—	—
	a) Krankenblock	—		—	K = k, kö, hg, vr..., x.. E siehe Abbildung. I = 9kr, wz, tk, ba, q.	712,2	712,2	3,0	E = 4,0 I = 4,0	1,5	8902,5	—	61	—	—	—	—	(8)
	b) Absonderungs-Baracke	—		—		490,8	—	0,8	4,25	—	2380,4	—	33	—	—	—	—	—
	c) Verwaltungs-gebäude	—		—		193,7	193,7	—	—	—	2830,0	—	—	—	—	—	—	—
	—					198,6	198,6	2,8	E = 3,85 I = 3,85 II = 3,2	1,0	2772,4							
	Abtritte				K = wk, ws, r, d, vr..., x.. E siehe Abbildung. I = lg, lw. II = 2ww, y, i. lh, ob.	[illegible]	[illegible]	[illegible]	E = 3,0 I = 3,85 II = 3,15	—	[illegible]							
	d) Leichenhaus	—		—		36,0	—	0,5	3,5	—	144,0	—	—	—	—	—	—	—
	e) Wagenschupp.	—		—	—	28,0	—	—	3,[illegible]	—	112,7	—	—	—	—	—	2	—
	f) Eishaus	—		—	—	19,4	—	—	5,1	—	98,9	—	—	—	—	—	—	—
	g) künstl. Gründung für a u. b (*Sandschüttung*)	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	h) Nebenanlagen	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	i) Bauleitungsk.	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	Dienst- u. Dienst-wohngebäude des Proviant-Amtes in **Magdeburg**	IV	83 85	entw. im Kriegs-Min., ausgef. von v. Zychlinski (*Magdeburg*)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	a) Oestl. Gebäude	—		—	I = w des Proviantmeisters.	260,3	260,3	3,0	E = 4,0 I = 4,0	2,3	3462,0	—	—	—	—	—	—	—
	b) Westl. Gebäude	—		—	I = w des Controleurs.	196,9	196,9	3,0	E = 4,0 I = 4,0	2,3	2618,8	—	—	—	—	—	—	—
	c) Nebenanlagen	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	d) Bauleitungsk.	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

11					12							13							14
Kosten					Kostenbeträge für							Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen
nach d.		für d.			Bauleitung	Heizung		Gasleitung		Wasserleitung		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden	Treppen	
Anschlage	Ausführung	qm	cbm	Nutzeinheit		im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	f. d. Flamme	im ganzen	f. d. Hahn								
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
330963	**274790**	—	—	2924	18990 (6,9 %)	—	—	1440	—	7014	—	—	—	—	—	—	—	—	Das Grundstück ist an die städt. Gas- u. Wasserleitung angeschlossen.
152666	120050	168,6	13,5	1908,0	—	3772 Kachel- und eiserne Oefen	149,7	606	19,6	2971	148,6	Kalkbruchstein	Ziegel	Rohbau mit Verblendst., Sockel u. Gurtgesimse aus Sandst.	engl. Schiefer auf Lattung	K., Flure und Treppenhaus gew., sonst Balkend.	K. Ziegelpflaster, Flure, Badest. u. Abtritte im K u. E Asphalt, sonst Dielung	Sandst. freitragend mit Holzbelag	Abtritte mit Tonneneinrichtung. Wände u. Decken d. Krankenzimmer mit Oelfarbe gestrichen. Wohnung f. d. Arzt.
53113	44960	91,6	18,9	1362,4	—	2702 Regulir-Füllöfen	179,4	241	15,1	1087	155,2	„	„	Rohb. m. Verblendst., Sockel Kalkst.-Quader	Holzcement	sichtbarer Dachverband	Dielung	—	Die Lüftung ist theils mit der Heizung verbunden, theils erfolgt dieselbe durch eine Firstlaterne. Abtritte wie bei a.
51517	40074	206,9	14,2	—	—	1129 eiserne und Kachelöfen	119,4	[illegible]	39,7	787	393,5	„	„	„	engl. Schiefer auf Lattung	K., Flure und Treppenhaus gew., sonst Balkend.	wie bei a	wie bei a	3 Wohnungen. Abtritte wie bei a.
3869	3290	91,4	22,8	—	—	69	—	—	—	356	355,6	„	„	„	„	Balkend.	Dielung	—	—
1843	1356	46,9	12,0	678,0	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	Holzcement	sichtb. Dachv.	Pflaster	—	—
2150	1906	98,3	19,3	—	—	—	—	—	—	—	—	„	Holzfachw. mit Bretterverschal.		„	„	Ziegelpflaster	—	27 cbm Eisraum; doppelte Holzwände; der Zwischenr. mit schlechtem Wärmeleiter gefüllt.
2072	2042	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
44783	42122	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			316 ℳ f. Asch- u. Müllgrube; 12987 „ f. 448 m Umwehrungsmauer; 664 „ f. Einebnung; 10044 „ f. 1810 qm Pflasterung; 6407 „ f. Gartenanlagen; 617 „ f. d. 8 m tiefen Brunnen; 355 „ f. d. Gasleitung ⎫ außerhalb 1813 „ f. d. Wasserleitung ⎭ d. Geb. 8919 „ f. d. Entwässerung.
18950	18990	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
93000	**83124**	—	—	—	10188	—	—	70	—	2315	—	—	—	—	—	—	—	—	Das Grundstück ist an die städt. Gas- und Wasserleitung angeschlossen.
rund 50700	39621	152,2	11,5	—	—	1069 Kachelöfen	126,4	—	—	1350	193,0	Bruchstein	Ziegel	Rohbau mit Verblendst., Sockel Sandst.	Holzcement	K., Flure u. Treppenhaus gew., sonst Balkend.	K. Ziegelpflaster, sonst Dielung	Sandst. freitragend mit Holzbelag	2 Wohnungen. Abtritte m. Wasserspülung.
rund 40980	31257	158,8	11,9	—	—	696 Kachelöfen	126,7	—	—	965	193,0	„	„	„	„	„	„	„	wie vor.
rund 1320	2058	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1164 ℳ für 18,8 m Umwehrungsmauer mit eis. Gitter; 824 „ für 18,25 m Umwehrungsmauer; 70 „ für 1 Hoflaterne.
—	10188	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

1	2	3	4		5	6	7		8			9	10						
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues	Nummer des Armee-Corps-Bezirks	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Höhen des			Rauminhalt	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten						
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert	Kellers bezw. Sockels	Erdgeschosses usw.	Drempels		Mann	Betten	Arrestzellen	Pferdestände	Schmiedefeuer	Fahrzeuge bezw. Geschütze	Sitze
							qm	qm	m	m	m	cbm							
15	Oekonomie-Gebäude f. d. Westf. Pionier-Bat. Nr. 7 in **Deutz**	VIII	82	85	Hauck (Cöln)		—						—	—	—	—	—	—	—
	a) Hauptgebäude	—					513,1	513,1		—	—	8047,[illegible]	—	—	—	—	—	—	[illegible]
	Mittelbau						161,4	161,4	[illegible]	E 3,6; I 4,2; II 3,9; III 3,02	1,[illegible]	[illegible]							
	2 Flügelbauten zus.					K = wk, r. to, vr..., x... E siehe Abbildung. I = os(3), al, ar, ok, öw, kö, uw, 2vr, 2q. II = 6uw, 3u. III = 2b.	351,7	351,7	[illegible]	E [illegible]; I 4,2; II 3,8	1,5	[illegible]							
	b) Abtrittsgebäude	—			—	—	28,[illegible]	14,1	2	[illegible]	—	140,0	—	—	—	—	—	—	4
	c) Nebenanlagen				—	—	—	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—
	d) Bauleitungskosten	—			—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	Garnison-Waschanstalt in **Brandenburg a. H.**	III	84	85[1]	entw. von Busse, ausgef. von Arndt (Berlin südl.)	—			—			—					—		
	a) Hauptgebäude	—			—		513,[illegible]	135,7	—		—	5940,7	—	—	—	—	—	—	—
	Mittelbau						291,[illegible]	—	0,85	E 5,[illegible]; I 2,77	2,[illegible]	[illegible]							
	östl. Anbau					K = wk, r, vr, x. I = vr, 2vr, iw.	185,7	135,7	[illegible]	E 3,5; I 3,8	2,0	1709,[illegible]							
	westl. Anbau						66,[illegible]		0,45	E 3,75; I 3,8	1,25	795,[illegible]							
	a') maschinelle Einrichtung	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	b) Holz- und Kohlenschuppen	—			—	—	49,[illegible]	—		3,0		149,7		—	—		—	—	
	c) Abtrittsgebäude	—			—	—	18,6	18,6	2,5	2,[illegible]		90,[illegible]			—	—	—	—	1
	d) Nebenanlagen	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	e) Bauleitungskosten	—			—	—	—			—		—	—	—	—	—	—	—	

11					12							13							14
Kosten					Kostenbeträge für							Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen
nach d.		für d.			Bauleitung	Heizung		Gasleitung		Wasserleitung		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden	Treppen	
Anschlage	Ausführung	qm	cbm	Nutzeinheit		im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	f. d. Flamme	im ganzen	f. d. Hahn								
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
125200	**112585**	—	—	—	9416 (8,4 %)	—	—	196	—	240	—	—	—	—	—	—	—	—	—
117000	94320	183,8	10,5	—	—	1884 eis. Oefen, Off.-Speiseanstalt Kachelofen und Regulir-Füllofen	87,6	196	9,3	240	60,0	Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Verblend- und Formst., Hauptges. Sandst.	deutsch. Schiefer auf Schal.	K., Flure und Treppenhäuser gew., sonst Balkend.	Flure im K. Asphalt, Kellerräume hochkant. Ziegelpflaster, sonst Dielung	Sandst. freitr.	8 Wohnungen f. verheirath. Unteroffiziere, bezw. den Oekonom; Nur d. Off.-Speiseanstalt hat Gas- u. Wasserleitung; Die Abtritte haben Tonneneinrichtung.
3100	2824	97,7	20,2	706,0	—	—	—	—	—	—	—	"	"	Rohbau mit Verblendst.	"	Grube gew., sonst sichtb. Dachv.	—	—	Grubenabtritt mit 2 Pissoirs.
5100	5975	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	535 ℳ f. Asch- u. Müllgr.; 1337 " f. 2 eis. Einfahrtsthore; 757 " f. d. 10,5 m tiefen Brunnen mit eis. Pumpe;
—	9416	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2730 " f. 666 qm Pflaster; 306 " f. Einebnung; 310 " f. Entwässerung.
128951	**120475**	—	—	—	8597 (7,1 %)	—	—	—	—	1188	—	—	—	—	—	—	—	—	—
91000	66669	129,8	11,2	—	—	360 Kachelöfen	144,0	—	—	400	102,3	Feldstein	Ziegel	Rohbau	Holzcement	K. Treppenhäuser, Wasch- u. Kochraum gew., sonst Balkend.	K. Ziegelpflaster, z. Th. mit Asphalt, Wäscherei Thonplatten, Flure u. Podeste Asphalt, sonst Dielung	Granit freitrag., Bodentreppen Holz	—
—	7664	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1460 ℳ f. d. Dampferzeug.; 1000 " f. d. Desinfections-Apparat; 667 " f. d. Wäscheaufzug; 500 " f. 2 Centrifugal-Wringmaschinen; 413 " f. 1 Centrifugal-Trockenmaschine; 680 " f. 2 engl. Drehroll.; usw.
1660	1394	27,9	9,3	—	—	—	—	—	—	—	—	Bruchstein	Ziegel	Rohbau	Schiefer auf Schal.	sichtb. Dachverband	Ziegelpflaster	—	
1800	1813	97,4	20,0	453,3	—	—	—	—	—	—	—	"	"	"	"	Grube gew., sonst sichtb. Dachv.	Asphalt	—	Grubenabtritt mit Pissoir.
34491	34338	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			194 ℳ f. Asch- und Müllgrube; 10072 " f. 157 m Umwehrungsmauer; 13178 " f. Entwässerung und Pflasterung;
—	8597	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			779 " f. Saugrohrleitung und Pumpenanlage außerhalb des Gebäudes; 525 " f. 1 Abessinierbrunnen; 9065 " f. Befestigung des Havelufers; 525 " f. 1 schwimmende Waschbank.

1	2	3	4		5	6	7		8			9	10						
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues	Nummer des Armee-Corps-Bezirks	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriſs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Höhen des			Raum-inhalt	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten						
			von	bis			im Erdgeschoſs qm	davon unterkellert qm	Kellers bezw. Sockels m	Erdgeschosses usw. m	Drempels m	cbm	Mann	Betten	Arrestzellen	Pferdestände	Schmiedefeuer	Fahrzeuge bezw. Geschütze	Sitze
17	Garn.-Bäckerei in **Münster**	VII	83	85	entw. im Kriegs-Min., ausgef. von Beyer (*Münster*)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	a) Hauptgebäude	—			—		510,4	—	—	—	—	5032,7	—	—	—	—	—	—	—
	Mittelbau						84,0	—	0,6	E = 4,5, I = 3,0, II = 2,65	1,85	1058,4							
	2 Seitenflügel zus.						310,6	—	0,6	E = 4,5, I = 3,0 (3,5)	2,85 (2,35)	3401,1							
	Heizraum					E siehe Abbildung. I = Stube für die Bäcker, I = w des Backmeisters, Mehlboden und bt. II = Mehl- und Zwieback-Boden.	115,8	—	0,35	4,08	0,52	573,2							
	a¹) Gründung (*2,0 m hohe Sandschüttung zwischen Spundwänden*)	—			—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	a²) Betriebseinrichtung	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	b) Kohlenschuppen mit Abtritt	—			—	—	111,9	—	—	2,8	—	313,3	—	—	—	—	—	—	4
	c) Nebenanlagen	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	d) Bauleitungsk.	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	Train-Depot des 15. Armeecorps in **Strafsburg**	XV	82	84	entw. von Feller, ausgef. von v. Lilienstern (*Strafsburg*)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	464	7
	a) Wagenhaus I	—			—		4128,1	—	—	3,6	3,0	27245,5	—	—	—	—	—	292	—
	a¹ Gründung (*Senkkästen mit Beton*)						—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	b) Wagenhaus II	—			—	wie vor.	2430,9	—	—	3,6	3,0	16103,3	—	—	—	—	—	172	—
	b¹) Gründung (*wie a¹*)	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	c) Dienstwohngebäude	—			—		344,5	344,5	—	—	—	4724,8	—	—	—	—	—	—	(5)
							109,7	109,7	3,0	E = 4,0, I = 4,0, II = 3,9	0,98	1731,1							
						K = wk, vr ..., x ... E siehe Abbildung, I = 2 w, II = w.	234,8	234,8	3,0	E = 4,0, I = 4,0	1,73	2993,7							
	d) Nebenanlagen	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	e) Bauleitungskosten	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

11					12							13							14
Kosten					Kostenbeträge für							Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen
nach d.		für d.			Bauleitung	Heizung		Gasleitung		Wasserleitung		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden	Treppen	
Anschlage ℳ	Ausführung ℳ	qm ℳ	cbm ℳ	Nutzeinheit ℳ	ℳ	im ganzen ℳ	für 100 cbm ℳ	im ganzen ℳ	f. d. Flamme ℳ	im ganzen ℳ	f. d. Hahn ℳ								
136725	134815	—	—	—	14100 (10,5%)	—	—	1146	—	1692	—	—	—	—	—	—	—	—	—
77300	57674	113,0	11,5	—	—	141	56,8	279	16,4	1340	112,5	Bruchstein	Ziegel	Rohbau	Holzcement	E. und Treppenhäuser gewölbt, sonst Balkendecken	E. Thonfliesen auf Beton, sonst Dielung	Haupttr. Sandstein freitragend mit Holzbel., Nebentreppen Holz	Das Gebäude ist an die städt. Gas- und Wasserleitung angeschlossen.
—	9310	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37600	36348	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15346 ℳ f. 2 einfache und 2 Etagen-Wasserheiz.-Backöfen; 4830 „ f. 1 8pferd. Gaskraftmaschine; 4420 „ f. 1 Brotteigknetmaschine (850 kg Fassung); 1650 „ f. 1 Zwiebackteigknetmaschine (40 kg Fassung); 515 „ f. 1 Zwiebackmühle; 900 „ f. 1 Brotaufzug; 500 „ f. 1 Patentkettenwinde m. Handbetrieb (500 kg) usw.				
3925	3471	31,0	11,1	—	—	—	—	—	—	—	—	Ziegel	Ziegelfachw.	Ziegelfachwerk	Pappe	Grube gewölbt, sonst sichtb. Dachv.	—	—	Grubenabtritt mit Pissoir.
17900	13912	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4938 ℳ f. 111 m Umwehrungsmauer; 288 „ f. Asch- und Müllgrube; 5861 „ f. Einebnung und Pflasterung; 1606 „ f. unterirdische Entwässerung; 867 „ f. die Gasleitung, } außerhalb des Gebäudes. 352 „ f. die Wasserleitung, } außerhalb des Gebäudes.				
—	14100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—					
563459	506319	—	—	1091 (f. 1 Fahrzeug)	15579 (3,1%)	—	—	—	—	529	—	—	—	—	—	—	—	—	Außer der in Spalte 11 angegeb. Summe sind noch 10100 ℳ f. Ausstattungs-Gegenstände ausgegeben.
203000	165247	40,0	6,1	565,9	—	—	—	—	—	—	—	Bruchstein	Ziegel	Putzbau, Sockel und Architekturtheile Sandstein	Holzcement	Balkend. auf eis. Trägern und Säulen	E. Steinpfl., D. Dielung	Sandstein freitragend	Durch 4 Brandmauern in 5 Abtheilungen getheilt. Schiebethore aus Wellbl., innere Thüren aus Eisen. Die Grundmauern sind (theils aus vorhandenem Material) bis 3,20 m Tiefe hergestellt; ein Theil derselben, welcher in einen alten Festungsgraben zu stehen kam, erhielt künstliche Gründung.
—	5403	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
125500	100220	41,1	6,2	582,7	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	„	„	„	„	Durch 2 Brandmauern in 3 Abtheilungen getheilt, sonst wie vor.
—	1970	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
59000	61050	177,2	12,9	—	—	1560 Kachel- und eiserne Oefen	97,6	—	—	529	88,2	„	„	„	deutsch. Schiefer auf Schalung	K. und Treppenhaus gewölbt, sonst Balkendecken	K. Ziegelpfl., Eingangsflur Thonpl., sonst eichne Dielung	Sandstein freitragend mit Holzbelag	Das Haus ist an die städt. Wasserl. angeschlossen, 4 Dienstwohnungen. Die Abfallrohre der Abtritte führen in eis. Behälter, welche durch Luftdruck entleert werden.
153774	156850	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27120 ℳ f. 472 m Umwehrungsmauer; 30261 „ f. Einebnung und Platzbefestigung; 7240 „ f. Entwässerung; 288 „ f. d. Brunnen; 90459 „ f. Anlage und Entwässerung der Straßen; 464 „ f. d. Feuerleiterdach; 1016 „ f. 2 Abtritte.			
22185	15579	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				

Tabelle a und b.

Ausführungskosten der Garnisonbauten auf ein qm bebauter Grundfläche, bezw. ein cbm Gebäudeinhalts als Einheit bezogen.

Bezeichnung der Gebäude	a) Kosten für ein qm in Mark																							Anzahl	Bemerkungen.
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	240	240		
	Nummer des betreffenden Baues in den statistischen Nachweisungen:																								
1. Kriegsschule	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11a	1	—
2. Casernen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3a	1a, 2a	6a	10a, 4c	4b, 4a	—	8	—
3. Dienstwohngebäude	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14a	14b	—	18c, 15a	—	—	—	—	—	—	4	—
4. Offizier-Speiseanstalt	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4d	—	—	—	—	—	1	3b enthält noch die Büchsenmacherei, 6b enthält noch eine Reitbahn, 7c enthält noch einen Wagenschuppen.
5. Pferdeställe	—	—	—	—	7c	7a, 3b	6c	6b, 4h	11b, 10e	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	
6. Exercirhäuser, Reitbahnen u. Turnhallen	2b	4e, 10b	5a, 8, 9, 7b	11c	11d	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	
7. Arresthaus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4f	—	—	—	—	—	—	1	—
8. Büchsenmachereien	—	—	—	—	—	1b	4i	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
9. Beschlagschmieden	—	—	—	—	6d	7d	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	7d enthält noch einen Wagenschuppen.
10. Schuppen für Fahrzeuge, Geschütze usw.	—	16b, 15b, 2c, 11e	4l, 3c, 18a, 18b	4k, 13e	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—
11. Krankenblocks	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13a	—	12	—	—	—	—	—	2	—
12. Krankenpavillon	—	—	—	—	—	—	—	13b	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
13. Verwaltungsgebäude	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13c	—	—	—	1	—
14. Leichenhaus	—	—	—	—	—	—	—	13d	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
15. Eishaus	—	—	—	—	—	—	—	—	13f	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
16. Waschhäuser	—	—	—	—	2d	—	—	—	—	—	—	16a, 4g	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	4g und 16a sind zweigeschossig.
17. Garnison-Bäckerei	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
18. Abtrittgebäude	—	—	—	—	—	—	3d	—	16c, 17b, 11f	—	—	10c, 6a, 7e	—	—	—	1c	—	—	—	—	—	—	—	8	16c und 17b sind Grubenabtritte.
zusammen	1	6	8	3	4	4	3	4	6	1	—	5	—	1	1	2	3	3	2	2	2	2	1	64	

Bezeichnung der Gebäude	b) Kosten für ein cbm in Mark:																							Anzahl	Bemerkungen.
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	27	31	40		
1. Kriegsschule	—	—	—	—	—	—	—	—	11a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
2. Casernen	—	—	—	—	—	—	3a	2a, 10a, 6a, 4c, 4b, 4a	—	—	1a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—
3. Dienstwohngebäude	—	—	—	—	—	—	—	15a, 14a	14b	18c	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—
4. Offizier-Speiseanstalt	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4d	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3b enthält noch die Büchsenmacherei, 6b enthält noch eine Reitbahn, 7c enthält noch einen Wagenschuppen.
5. Pferdeställe	—	—	—	—	—	3b	—	6b, 7a	11b, 6c, 7c	—	—	4b, 10e	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	
6. Exercirhäuser, Reitbahnen u. Turnhallen	2b	4e, 10b	5a, 9, 8, 7b	11c	11d	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	
7. Arresthaus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4f	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
8. Büchsenmachereien	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4i	—	—	1b	—	—	—	—	—	2	—
9. Beschlagschmieden	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7d	6d	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	7d enthält noch einen Wagenschuppen.
10. Schuppen für Fahrzeuge, Geschütze usw.	—	—	18a, 18b	—	2c	4l, 4k, 16b	—	11e, 15b	3c, 13e	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—
11. Krankenblocks	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13a	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
12. Krankenpavillon	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13b	—	—	—	—	—	—	—	1	—
13. Verwaltungsgebäude	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13c	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
14. Leichenhaus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13d	—	—	—	1	—
15. Eishaus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13f	—	—	—	—	—	—	—	1	—
16. Waschhäuser	—	—	—	—	—	—	—	16a	—	4g	—	2d	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	4g und 16a sind zweigeschossig.
17. Garnison-Bäckerei	—	—	—	—	—	—	—	17a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
18. Abtrittgebäude	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16c, 17b	6c, 3d, 10e	—	—	11f	7e	1c	8	16c und 17b sind Grubenabtritte.
zusammen	1	2	6	1	2	4	1	14	7	3	4	4	2	—	1	2	2	4	—	1	1	1	1	64	

Halle a. S., Buchdruckerei des Waisenhauses.





